



João Vasco Pereira Ferreira

Licenciado em Ciências da Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores

**O uso de Gamificação para trazer consciência
energética ao utilizador como forma de aumentar
a eficiência energética**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Professor Doutor João Francisco Alves Martins, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Luís Filipe Figueira de Brito Palma

Arguente: Prof. Doutor Pedro Miguel Ribeiro Pereira

Vogais: Prof. Doutor João Francisco Alves Martins

Eng. Sénior Tiago Moura Antunes



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2016

O uso de Gamificação para trazer consciência energética ao utilizador como forma de aumentar a eficiência energética

Copyright © João Vasco Pereira Ferreira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus pais e irmã.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor João Martins, por toda a sua ajuda e orientação no decorrer deste trabalho de dissertação.

Também gostaria de agradecer a todos as pessoas que participaram no teste à aplicação “Home Challenge”. Sem a sua participação não teria sido possível completar este trabalho.

Um agradecimento ao Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa e a todo o seu corpo docente por todo o conhecimento e ensinamentos que me transmitiram ao longo do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.

Um agradecimento aos meus amigos, colegas de curso e companheiros de casa por todo o seu apoio e ajuda no meu percurso académico.

Finalmente um grande agradecimento aos meus pais por todo o seu apoio e carinho. Sem eles nunca teria tido a possibilidade de ter acesso a um ensino de excelência.

Resumo

Num passado recente tem-se verificado um aumento populacional a nível global, tendo levado a um aumento na utilização energética e por consequência a um aumento no nível de poluição, causado pela utilização de fontes de energia não renováveis na produção de energia elétrica. Uma forma de tentar minimizar este problema passa por sensibilizar o utilizador doméstico a adotar novos hábitos de utilização energética, aumentando assim a sua eficiência energética. Um modo de alcançar este objetivo pode estar na utilização de técnicas de ludificação por recurso a uma aplicação que ajude o utilizador a adotar boas práticas energéticas. O conceito de *Gamification* já mostrou ter bastante potencial em vários tipos de aplicações, desde aplicações relacionadas com saúde, desporto, educação, comércio, entre outras.

Considerando este objetivo, foi desenvolvido neste trabalho de dissertação uma aplicação *online*, denominada “Home Challenge”, na qual os utilizadores competem entre si com o objetivo de reduzir a sua utilização de energia. Os utilizadores interagem com a aplicação através de um *website* (homechallenge.eu) onde podem participar em três desafios:

- **poupança semanal**, no qual um utilizador recebe pontos conforme a redução da sua utilização de energia a cada semana;
- **taça**, no qual oito utilizadores competem entre si num formato de eliminatória, sendo que os vencedores de cada fase recebem pontos;
- **quiz**, no qual utilizadores respondem a perguntas relacionadas com eficiência energética e fontes de energia renováveis e fósseis.

Foi conduzido um teste à aplicação que se iniciou em finais de Janeiro e durou até finais de Maio de 2016. Os resultados deste teste permitiram concluir que dos utilizadores ativos, 70% conseguiram reduzir a sua utilização de energia.

Palavras-chave: *Gamification*, Eficiência energética, Consciência energética, Desenvolvimento Web

Abstract

In a recent past the global population has grown substantially, what as lead to an increase in energy consumption and therefore an increase in the levels of pollution, caused by the use of non-renewable energy sources in the production of electrical energy. A way of trying to minimize this problem is to bring awareness to the user in order to change his consuming habits at a domestic level, increasing his energy efficiency. One way to achieve this goal may be in the use of Gamification techniques in the development of an application that can help users adopt new energy practices. The concept of Gamification has shown great potential in various types of applications, from applications related to health, sports, education, commerce and others.

With this goal in mind, it was developed in this work an online platform, Home Challenge, in which users compete with each other with the goal of reducing their home energy consumption every week. Users interact with the platform by a website (homechallenge.eu) and can participate in 3 types of challenges:

- weekly savings, in which a user is awarded points depending on their weekly energy savings;
- the cup, in which eight users compete against each other in an elimination format, where the winners of each phase receive points;
- the quiz, in which users answer questions related to energy efficiency and renewable and non-renewable energy sources in order to receive points.

A test was performed on the platform that started in late January and ended in late May of 2016. The results of this test showed that from the group of active users, 70% were able to reduce their energy use.

Keywords: Gamification, Energy efficiency, User Energy Awareness, Web Development

Conteúdo

LISTA DE TABELAS.....	XV
LISTA DE FIGURAS.....	XVII
ABREVIATURAS	XIX
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO E CONTEXTO	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 CONTRIBUTOS ORIGINAIS.....	3
1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 ORIGENS E DESENVOLVIMENTO DA TÉCNICA <i>GAMIFICATION</i>	5
2.2 <i>GAMIFICATION</i>	6
2.2.1 <i>Jogo</i>	7
2.2.2 <i>Elemento de Jogo</i>	8
2.2.3 <i>Projeto de Jogo</i>	8
2.2.4 <i>Definição de Contextos não Relacionados com Jogos</i>	9
2.2.5 <i>Gamification - Resumo</i>	10
2.3 MOTIVAÇÃO.....	11
2.3.1 <i>Motivações Práticas</i>	11
2.3.2 <i>Hedonismo</i>	12
2.3.3 <i>Motivações Sociais</i>	13
2.4 CASO DE ESTUDO: GREENIFY	13
2.5 CASO DE ESTUDO: OPOWER.....	15
3 MODELO DE JOGO	17
3.1 FUNCIONAMENTO DO JOGO	17
3.1.1 <i>Poupança Semanal</i>	18
3.1.2 <i>Taça</i>	20
3.1.3 <i>Quiz</i>	21
3.1.4 <i>Funções Adicionais</i>	21
3.2 CASOS DE USO	22
3.2.1 <i>Casos de uso do utilizador</i>	22

3.2.2	<i>Casos de uso do administrador</i>	23
3.3	ARQUITETURA DA APLICAÇÃO ONLINE	24
4	IMPLEMENTAÇÃO	33
4.1	TECNOLOGIA USADA	33
4.1.1	<i>Front-End</i>	34
4.1.2	<i>Back-End</i>	34
4.1.3	<i>Base de Dados</i>	35
4.1.4	<i>Servidor</i>	35
4.2	ARQUITETURA DETALHADA	35
4.2.1	<i>Diagrama de Classes</i>	36
4.2.2	<i>Diagramas de Sequência</i>	42
4.2.3	<i>Base de Dados</i>	48
5	RESULTADOS E ANÁLISE	57
5.1	RESULTADOS	57
5.1.1	<i>Utilizadores</i>	57
5.1.2	<i>Consumos</i>	60
5.1.3	<i>Pontuações</i>	61
5.2	ANÁLISE	62
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	63
6.1	CONCLUSÕES	63
6.2	TRABALHOS FUTUROS	64
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXOS	71
	ANEXO 1: PONTUAÇÕES DOS UTILIZADORES	71
	ANEXO 2: LISTA DE PERGUNTAS DO DESAFIO QUIZ	72

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Níveis de Elementos de Desenho de Jogos (Deterding et al., 2011)	9
Tabela 3.1 Tabela de atribuição de pontos semanais	19
Tabela 5.1: Resumo de valores relevantes sobre a participação dos utilizadores no desafio	59
Tabela 5.2: Resumo sobre os resultados alcançados em termos de poupanças	60
Tabela 5.3: Distribuição dos pontos pelos desafios	61

Lista de Figuras

Figura 2.1: Resultados de investigação de <i>Gamification</i> (Hamari et al., 2014)	6
Figura 2.2: Onde <i>Gamification</i> se situa entre jogar/brincar e alguns/todos os elementos de jogo (Deterding et al., 2011)	11
Figura 2.3: <i>Home page</i> do website ‘ <i>Greenify</i> ’(Lee et al., 2013)	14
Figura 2.4: Exemplo de uma implementação da aplicação (Opower, 2016a)	16
Figura 3.1: Casos de uso do utilizador	23
Figura 3.2: Casos de uso do administrador	24
Figura 3.3: Arquitetura do Website	25
Figura 3.4: Página inicial do website	25
Figura 3.5: Página principal de participação (<i>home page</i>)	26
Figura 3.6: Página das pontuações da Liga Nacional	27
Figura 3.7: Página das pontuações atribuídas através do desafio da Taça	28
Figura 3.8: Página do desafio da Taça	28
Figura 3.9: Página do desafio do Quiz	29
Figura 3.10: Página da Estatística	31
Figura 3.11: Página de Contactos	32
Figura 4.1: Arquitetura da aplicação	34
Figura 4.2: Diagrama de Classes do pacote DBManage	39
Figura 4.3: Diagrama de Classes do pacote Quartz	40
Figura 4.4: Diagrama de Classes do pacote WebServices	41
Figura 4.5: Diagrama de Sequência de Login	42
Figura 4.6: Diagrama de Sequência Inserir Utilizador	43
Figura 4.7: Diagrama de Sequência Inserir Consumo	44
Figura 4.8: Diagrama de Sequência Participar em uma Taça	45
Figura 4.9: Diagrama de Sequência responder a uma pergunta do Quiz	46
Figura 4.10: Diagrama de Sequência testar um consumo	47
Figura 4.11: Modelo Relacional da base de dados	48
Figura 4.12: Tabela Utilizador	49
Figura 4.13: Tabela Consumos	50

Figura 4.14: Tabela Média Consumos	50
Figura 4.15: Tabela Pontuação.....	51
Figura 4.16: Tabela Liga Semanal	51
Figura 4.17: Tabela Registo Perguntas	52
Figura 4.18: Tabela Perguntas.....	53
Figura 4.19: Tabela Taça Espera.....	53
Figura 4.20: Tabela Taça Decorrer	54
Figura 4.21: Tabela Taça Jogos.....	54
Figura 4.22: Tabela Taça Registo.....	55
Figura 5.1: Distribuição do número de pessoas por agregado familiar	58
Figura 5.2: Distribuição dos utilizadores por distrito	58
Figura 5.3: Distribuição dos dias que os utilizadores demoraram a inserir novo consumo.....	59

Abreviaturas

Lista de Abreviaturas

API	Interface de Programação de Aplicação
EDP	Energias de Portugal
HTML	HyperText Markup Language
JAVA EE 7	JAVA Enterprise Edition 7
JAX-WS	JAVA API for XML Web Services
JDBC	Java DataBase Connector
JDK	Java Developer Kit
JSP	Java Server Page
JVM	Java Virtual Machine
kWh	Quilowatt hora
SOAP	Simple Object Access Protocol
WSDL	Web Services Description Language
XML	eXtensible Markup Language

1 Introdução

Neste capítulo descreve-se o contexto do trabalho desenvolvido e a motivação por detrás do mesmo. De seguida é apresentada uma breve descrição dos objetivos do trabalho de forma a orientar o desenvolvimento do mesmo. Finalmente é exposta a organização deste documento.

1.1 Motivação e Contexto

Durante décadas tem-se falado sobre as alterações climáticas e como conseguir mobilizar as pessoas a tomarem ações de forma a contribuírem na redução das suas emissões, porém isto não tem sido possível (Nisbet, 2009). Esta relutância em agir é explicada em parte através de um modelo de défice de informação (Bell, 2005), o qual argumenta que existe uma falta de informação, incluindo uma compreensão incompleta ou errada das causas das alterações climáticas.

No geral, a literatura indica que os esforços futuros em educação devem incidir sobre aprendizagem baseada em ações e a consideração do indivíduo dentro do seu contexto sociocultural. O conhecimento adquirido num contexto baseado em ação promove uma mudança de comportamentos por parte do indivíduo ao construir autoeficácia (Nisbet, 2009) e formar bases sociais de novos comportamentos. Por outro lado, uma mudança de comportamento que tenha sido causada devido a fatores sociais será mais eficaz do que mudanças de comportamentos promovidas individualmente (McKenzie-Mohr, 2008).

Nos últimos anos *Gamification* tem sido um tópico bastante discutido, visto ter mostrado indícios de melhorar a interação de um utilizador com uma determinada aplicação, aumentando e melhorando a sua produtividade e interações sociais (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014). *Gamification* já foi aplicada,

com sucesso, numa variedade de contextos, desde saúde (MindBloom) e exercício (Nike+) até educação (DuoLingo), entre outros exemplos (Hamari & Koivisto, 2015). Um exemplo de uma aplicação baseada em *gamification* é o website Recyclebank. Este incentiva os utilizadores a tomarem escolhas mais inteligentes no seu dia-a-dia, de forma a alcançar um futuro mais sustentável.

Uma forma de levar as pessoas a alterarem os seus hábitos de consumo de forma a reduzir as suas emissões pode ser alcançada através da *gamification*, visto que esta forma de desenvolver aplicações já ter demonstrado sinais bastante positivos em aplicações relacionadas com ensino (Domínguez et al., 2013) e comportamentos ambientais (Lee, Ceyhan, Jordan-Cooley, & Sung, 2013).

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho de dissertação é desenvolver uma aplicação, denominada "Home Challenge", capaz de melhorar os hábitos de utilização energética dos jogadores. Para tal vai ser desenvolvida uma aplicação *online* no qual utilizadores inserem os seus consumos energéticos com uma frequência semanal, de forma a retirar dados sobre os seus hábitos de consumo pessoal (médias diárias de consumo energético por pessoa num agregado familiar, variações nas médias de consumo) e os utilizadores participam em desafios no qual se opõem a outros utilizadores, num formato de liga. A aplicação disponibiliza aos utilizadores informação sobre a sua utilização energética e como poderão alterar certos hábitos de consumo, de forma a educar os utilizadores. Os utilizadores interagem com a aplicação através de um *website*. A aplicação contém 3 desafios nos quais os utilizadores podem participar, de forma a obter pontos para a liga que é a competição global:

- poupança semanal (utilizador ganha pontos para a liga em função da sua poupança semanal);
- taça (utilizador opõe-se a outro utilizador, no qual ganha quem poupar mais numa semana, obtendo pontos para a liga)
- quiz (utilizador responde a perguntas diárias de forma a ganhar pontos para a liga).

1.3 Contributos Originais

Este trabalho de dissertação apresenta uma aplicação *online* capaz de calcular médias de utilização energética de utilizadores de forma a sensibilizar e disponibilizar formas de alterar os seus hábitos de consumo com vista a reduzir a sua utilização de energia. Foram desenvolvidas formas de motivar o utilizador a reduzir o seu consumo com base em técnicas de *Gamification*, com o objetivo de manter o utilizador motivado e interessado durante o processo. Como consequência da redução da sua utilização energética, o utilizador vai reduzir a sua fatura elétrica e consequentemente diminuir a sua pegada ecológica.

1.4 Estrutura do Documento

O presente documento, à parte deste capítulo, contém mais 5 capítulos:

- Capítulo 2 - Revisão da literatura

Este capítulo descreve o atual estado de arte de *Gamification*, descrevendo os princípios básicos de desenvolvimento de uma aplicação *gamified* capaz de motivar o utilizador a alterar os seus hábitos e rotinas. Também vão ser introduzidos exemplos de casos que tenham sido bem-sucedidos na aplicação de técnicas de *Gamification*;

- Capítulo 3 – Modelo do jogo

Neste capítulo vai ser descrita a arquitetura da aplicação, o modo de funcionamento e regras do desafio e as funcionalidades disponíveis ao utilizador;

- Capítulo 4 – Implementação

Neste capítulo vai ser descrito como foi implementada a aplicação *online*, descrevendo como foi desenvolvido o *front-end*, *back-end* e a base de dados;

- Capítulo 5 – Resultados e Análise

Este capítulo expõe os resultados alcançados durante o decorrer do teste à aplicação “Home Challenge” e são retiradas algumas conclusões acerca dos mesmos;

- Capítulo 6 – Conclusões e Trabalhos futuros

Neste capítulo vai ser apresentado um resumo geral sobre o trabalho desenvolvido e os resultados alcançados, sendo feita a ponte para os contributos deste trabalho para a comunidade científica. Também vai ser apresentado o trabalho futuro que pode ser desenvolvido.

No que diz respeito a anexos, serão apresentados excertos do código de programação utilizado no desenvolvimento do *front-end* e *back-end* e também alguns dados sobre a participação dos utilizadores no desafio.

2 Revisão da Literatura

Este capítulo apresenta toda a pesquisa realizada sobre a técnica de *Gamification*. São abordados vários aspetos desde as origens e desenvolvimento da técnica, a sua definição, como esta técnica pode motivar o utilizador a alterar os seus hábitos e rotinas e finalmente são apresentados exemplos de casos que tenham sido bem-sucedidos na aplicação de técnicas de *Gamification*.

2.1 Origens e Desenvolvimento da técnica *Gamification*

Nos últimos anos, a técnica de *Gamification* tem sido alvo de grande interesse tanto na indústria como na comunidade académica. Após o sucesso de algumas aplicações móveis terem sido atribuídas à *gamification* (Huotari & Hamari, 2012), tais como o serviço de localização FourSquare ou o Nike+, começou a perceber-se o potencial de introduzir funcionalidades normalmente relacionadas com jogos em aplicações ou serviços, de forma a aumentar o seu impacto.

O termo *Gamification* já é utilizado desde 2002, na altura conotado a Nick Peeling (Marczewski, 2013), sendo que demorou algum tempo para a comunidade académica entender a potencialidade desta técnica. O primeiro exemplo relevante do uso de *gamification* foi em 2007, quando a empresa BunchBall, contratada pelo canal americano televisivo NBC, desenvolveu um jogo online chamado ‘Dunder Mifflin Infinity’ para a série televisiva ‘The Office’. A partir de 2010 pode considerar-se que começou efetivamente a haver investigação nesta área, como mostra Hamari no seu trabalho Does Gamification Work? (Hamari et al., 2014). Neste artigo, Hamari mostra uma evolução no desenvolvimento de artigos de investigação sobre a técnica de *gamification*, como se apresenta na Figura 2.1. Esta pesquisa abrangeu uma variedade de áreas tais como: exercício físico (Koivisto & Hamari, 2014), educação (Bonde et al., 2014),

saúde (Jones, Madden, & Wengreen, 2014), comércio (Hamari, 2013), marketing e publicidade (Terlutter & Capella, 2013), serviços governamentais (Bista, Nepal, Paris, & Colineau, 2014) e comportamento ambiental (Lee et al., 2013), entre outras. No mesmo artigo, Hamari conclui que a maior parte dos artigos revistos nesse estudo mostram que *gamification* tem efeitos positivos e benefícios nos casos estudados (Hamari et al., 2014).

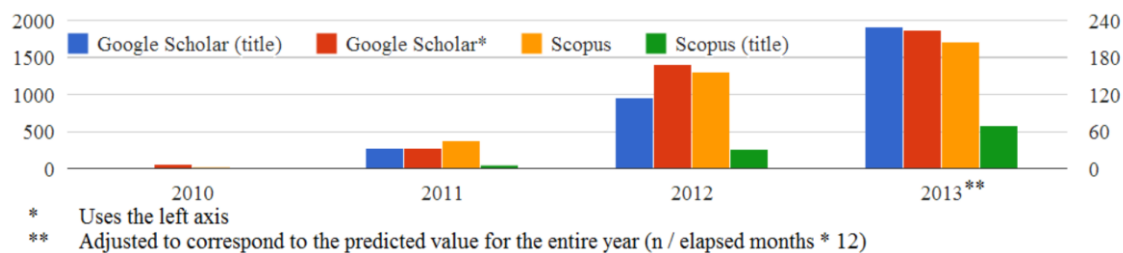


Figura 2.1: Resultados de investigação de *Gamification* (Hamari et al., 2014)

2.2 *Gamification*

Apesar da grande variedade de artigos científicos e estudos existentes hoje acerca da técnica de *gamification*, ainda não existe uma definição totalmente aceita por todos os especialistas na área. Inclusive, continuam a surgir novos termos paralelos que designam certos tipos de jogos que podem ser considerados baseados em técnicas de *gamification*, tais como jogos de produtividade (McDonald, Musson, & Smith, 2008), entretenimento de vigilância (Grace & Hall, 2008), *funware* (Takahashi, 2008), *playful design* (Ferrara, 2012), jogos comportamentais (Dignan, 2011), entre outros. Porém o termo *gamification* conseguiu se estabelecer como o termo mais familiar.

O termo *gamification* também é alvo de algumas críticas por parte de membros da comunidade de estudos de jogos e da comunidade da indústria de jogos. Ian Bogost, um acadêmico e criador de jogos, defende que se devia de substituir o termo *gamification* com o termo *exploitationware*, de forma a retratar mais fielmente o “reinado de abuso” que *gamification* hipoteticamente implica (Bogost, 2011).

Existe uma definição que é aceite na maioria da comunidade, dada por Deterding no artigo '*From game design elements to gamefulness: defining gamification*' que é a seguinte:

"Gamification is the use of game design elements in non-game contexts"
(Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)

De seguida vão ser discutidos em detalhe os pontos chave referidos na definição.

2.2.1 Jogo

Primeiro é necessário definir o que é um jogo, isto porque por vezes se confunde o que é um jogo, ou a atividade de jogar, e o que é uma brincadeira, ou atividade de brincar. Brincar é considerada uma categoria mais livre mas diferente de jogos (Salen & Zimmerman, 2004). Em estudos relacionados com jogos, a distinção entre jogar e brincar é relacionada com o conceito de *paidia* e *ludus* de Caillois (Caillois & Barash, 1961), sendo que estes dois conceitos são polos opostos no que diz respeito a atividades de jogar. Enquanto *paidia* (do latim brincar) indica uma forma mais livre, expressiva, improvisada e até tumultuosa combinação de comportamentos, *ludus* (do latim jogar) indica uma forma de brincar estruturada por regras e com um fator competitivo presente, em forma de objetivos. Outros estudos na área dos jogos, sugerem definições semelhantes, na medida em que jogos são caracterizados por sistemas de regras explícitos e componentes competitivas de forma a alcançar determinados objetivos (Juul, 2005; Salen & Zimmerman, 2004).

Críticos de aplicações baseadas em *gamification* defendem que esta definição se foca quase em exclusivo em elementos de jogo restritos por regras ou objetivos (*ludus*), dando pouco espaço a formas mais livres de brincar (*paidia*) (Alfrink, 2011). Esta crítica torna-se de fato interessante na medida em que é necessário compreender que apesar de aplicações baseadas em *gamification* tendam a seguir os conceitos de jogos, devem também manter algumas características relacionadas com formas de entretenimento mais livres, de forma a conseguir uma experiência mais completa.

2.2.2 Elemento de Jogo

De forma a conseguir identificar características típicas de jogos, torna-se necessário definir elementos de jogo (ou *game 'atoms'* (Brathwaite & Schreiber, 2009)). Uma definição destes elementos é dada por Deterding no artigo '*From game design elements to gamefulness: defining gamification*', no qual é referido o seguinte:

"One solution is to treat games elements as a set of building blocks or features shared by games (rather than a set of necessary conditions for a game)"
(Deterding et al., 2011)

Sendo assim devem tratar-se por elementos de jogos características que sejam encontradas na maioria dos jogos, mas não necessariamente em todos, características que sejam associadas imediatamente com jogos e que tenham um papel importante na jogabilidade do jogo.

2.2.3 Projeto de Jogo

De acordo com a literatura estudada, existem diferentes níveis de abstração no que diz respeito a desenho de jogos, sendo que estes devem de ser incluídos na definição, tais como (ordenados de concreto para abstrato) (Tabela 2.1): *interface design patterns* (Crumlish & Malone, 2009); *game design patterns* (Bjork & Holopainen, 2005) ou *game mechanics* (Taylor, 2009); *design principles, heuristics or 'lenses'* (Isbister & Schaffer, 2008); *concept models of game design units* (Brathwaite & Schreiber, 2009); *game design methods and design processes* (Fullerton, Swain, & Hoffman, 2004).

Tabela 2.1: Níveis de Elementos de Desenho de Jogos (adaptado de Deterding et al., 2011)

Nível	Descrição	Exemplo
<i>Padrões de desenho de interface de jogo</i>	Componentes de projecto de interação bem sucedidos e soluções de desenho para um problema conhecido, incluindo implementações protótipo	Emblemas, tabelas classificativas
<i>Padrões de desenho de jogo e mecânica</i>	Partes recorrentes no projeto de um jogo que dizem respeito à sua jogabilidade	Limitações de tempo Recursos limitados Turnos
<i>Princípios de desenho de jogo e heurística</i>	Diretrizes de avaliação de forma a abordar um problema de projeto ou analisar uma dada solução	Jogo duradouro, Objetivos claros Variedades de estilos de jogo
<i>Modelos de jogo</i>	Modelos conceptuais dos componentes dos jogos ou da experiência de jogos	MDA; Desafio, fantasia, curiosidade; Elementos de desenho de jogos; CEGE
<i>Elementos de projeto de jogo</i>	Práticas e processos específicos no projeto de jogo	<i>Playtestin</i> <i>Playcentric design</i> Projeto de jogo consciente do valor

Logo, enquanto jogos sérios (*serious games*) têm de satisfazer todas as condições para serem considerados um jogo, aplicações *gamified* apenas usam alguns elementos típicos usados no desenho de jogos. Do ponto de vista do autor da aplicação, o que distingue *gamification* de jogos normais de entretenimento é que estes são construídos com base num sistema que inclui certos elementos de jogos, e não um jogo completo.

2.2.4 Definição de Contextos não Relacionados com Jogos

Gamification usa elementos normalmente usados em jogos para finalidades diferentes do objetivo normal da utilização jogos. Primeiro é necessário identificar qual é o objetivo comum de uma pessoa quando joga um jogo. É socialmente e historicamente aceite que alguém jogue um jogo com a finalidade

de se entreter. A finalidade de utilizar uma aplicação *gamified* não é a de entretenimento, porém este é um resultado desejável. Por exemplo um utilizador usa a aplicação Nike+ para praticar exercício físico, porém a utilização desta aplicação proporciona um fator de entretenimento e de divertimento, que mantém o utilizador motivado na utilização da aplicação.

Deterding defende que não se deve limitar a utilização de técnicas de *gamification* em contextos ou cenários específicos, mas sim considerar estes como subcategorias, como por exemplo: aplicações de desporto, saúde, notícias entre outras (Deterding et al., 2011).

2.2.5 *Gamification* - Resumo

Resumindo, *gamification* refere-se ao uso de elementos característicos de jogos (e não um conjunto completo de elementos) no desenho de aplicações para contextos não relacionados com jogos (Deterding et al., 2011). Esta definição distingue-se dos jogos comuns devido a estes conterem um conjunto completo de elementos de jogos, enquanto que as aplicações *gamified* apenas contêm alguns elementos de jogos. Também esta definição é diferente dos jogos na medida em que a finalidade de jogos é o entretenimento do jogador, enquanto que aplicações *gamified* têm objetivos práticos (produtividade, ensino, etc.).

A Figura 2.2 exhibe onde se situam as aplicações *gamified* em comparação com jogos na perspetiva do conjunto de elementos de jogo. De notar que *parts* faz referência a que sejam utilizados apenas alguns elementos de jogo em aplicações *gamified*, enquanto que *whole* refere-se a que sejam utilizados todos os elementos de jogo necessários para se criar um jogo completo.

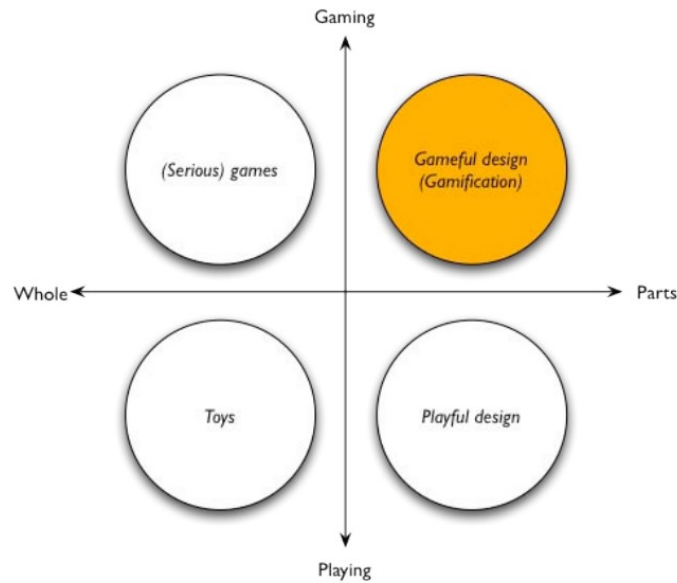


Figura 2.2: Onde *Gamification* se situa entre jogar/brincar e alguns/todos os elementos de jogo (Deterding et al., 2011)

2.3 Motivação

De forma a desenvolver aplicações *gamified* úteis é necessário entender o que motiva um utilizador a usar este tipo de aplicações. No que respeita a motivações humanas e *gamification*, Hamari defende que existem três áreas distintas sobre a motivação de um utilizador no uso de aplicações *gamified*: motivações práticas, hedonismo e motivação social (Hamari & Koivisto, 2015). De seguida apresenta-se uma definição sobre cada uma destas áreas em separado.

2.3.1 Motivações Práticas

Uma motivação prática pode ser considerada como o que motiva alguém a utilizar determinado sistema em termos práticos, ou seja, em termos de utilidade. Venkatesh et. al. conclui que a utilidade de um sistema é normalmente associada num contexto de trabalho, no qual um utilizador usa determinado sistema para alcançar um objetivo prático e concreto (Venkatesh & Davis, 2000).

Num estudo sobre jogos online, foi encontrada uma relação fraca entre a utilidade de um jogo e a atitude do utilizador, enquanto que a relação entre utilidade e intenção de uso foi insignificante (Hsu & Lu, 2004). Porém como as aplicações *gamified* contêm uma componente utilitária em conjunção com uma componente hedonística, então é presumível que a utilidade da aplicação seja importante para o uso contínuo da mesma.

Um aspeto da motivação prática a ter em conta é a facilidade de uso da aplicação. Facilidade de uso foi identificada como um fator importante para sistemas de informação utilitários, visto que se considera que a facilidade de uso aumenta a eficiência na utilização do sistema. Ou seja a facilidade de uso pode dar a entender que um sistema é mais útil (Venkatesh, 1999) e influencia positivamente a recetividade do utilizador ao sistema (Heijden, 2004).

2.3.2 Hedonismo

O hedonismo é uma teoria ou doutrina filosófica-moral que defende que o prazer é o meio correto para atingir o objetivo supremo do homem (saber, felicidade) na vida (Porto Editora, 2016).

No contexto de jogos e *gamification*, foi mostrado que o prazer de usar um sistema é um fator importante em relação às intenções de uso de um utilizador (Hamari, 2015; Heijden, 2004). Assim sendo, é possível deduzir que o prazer de usar um sistema irá influenciar positivamente as intenções de uso de um utilizador. Também foi mostrada uma relação positiva entre o prazer de usar um sistema e a atitude do utilizador no uso desse sistema, como por exemplo no uso de jogos mobile (Ha, Yoon, & Choi, 2007), jogos online (Lin & Bhattacharjee, 2010) e redes sociais (Shin, 2009).

Também, como foi falado na definição de *gamification*, quando se aplicam técnicas de *gamification* no desenvolvimento de um sistema estamos a potenciar uma interação alternativa com o sistema, abrindo a possibilidade para experiências de divertimento espontâneo (*paidia*). Por exemplo, em contextos de aprendizagem, esta experiência mais espontânea promove comportamentos criativos e exploratórios, o que beneficia o processo de aprendizagem e leva a melhores resultados de ensino (Perry & Ballou, 1997).

2.3.3 Motivações Sociais

Em estudos relacionados com adoção de tecnologias, existe um aspeto social, denominado influência social, que se refere à importância que um indivíduo dá ao que outros indivíduos pensam do seu comportamento, perante uma tecnologia, e se estes esperam que este adote certos comportamentos relacionados com uma tecnologia (Ajzen, 1991). Por exemplo, uma pessoa pode ser motivada a reciclar se os seus vizinhos também reciclarem, sendo que a sua motivação para reciclar pode partir em parte por o que este pensa que os seus vizinhos podem pensar dele se ele não reciclar.

No contexto de *gamification*, motivações sociais podem ser um fator importante no que diz respeito à intenção de uso de um utilizador perante uma aplicação *gamified*. Alguns estudos defendem mesmo que a influência social afeta diretamente a atitude assim como as intenções comportamentais de um utilizador (Hamari & Koivisto, 2015; Venkatesh & Davis, 2000).

2.4 Caso de Estudo: GREENIFY

O exemplo de uma aplicação desenvolvida através de técnicas de *gamification* é a aplicação 'GREENIFY: A Real World Action Game for Climate Change Education' (Lee et al., 2013). Esta aplicação foi desenvolvida com o intuito de ensinar adultos sobre alterações climáticas e que comportamentos devem de tomar com este objetivo em mente.

Esta aplicação foi aplicada num *website* que contém 3 secções principais: *Explore*, *Take Action* e *Create*. A secção *Explore* contém artigos de 3 tipos: artigos jornalísticos recentes sobre alterações climáticas, artigos científicos que contêm conceitos fundamentais sobre alterações climáticas e histórias de utilizadores sobre como as alterações climáticas afetaram a sua vida.

Na secção *Take Action*, utilizadores podem participar e missões divididas em 4 categorias: *Personal*, *Resources*, *Energy* e *Communication*. As missões podem ser desde reduzir a pegada ecológica até resolução de problemas. A conclusão das missões por parte dos utilizadores é recompensada com pontos.

Na secção *Create*, utilizadores são encorajados a criar novas missões para a secção *Take Action* e partilhar artigos na secção *Explore* com outros utilizadores. Estas ações também são recompensadas com pontos. Podemos observar a *home page* do website na Figura 2.3.



Figura 2.3: Home page do website 'Greenify'(Lee et al., 2013)

Esta aplicação contém elementos relacionados com jogos, tais como: pontuações de utilizadores, tabela classificativa, objetivos claros. Tal como foi discutido anteriormente, estes elementos tornam a aplicação *gamified*, o que contribui positivamente na experiência geral de utilização da aplicação por parte dos utilizadores.

Foram retiradas as seguintes conclusões, após a conclusão de um teste piloto da aplicação: a aplicação ajudou os utilizadores a perceber a importância das suas próprias ações, com relatos de novos comportamentos a serem adotados por parte dos utilizadores e um desejo renovado de ajudar outros utilizadores a adotar novos comportamentos (Lee et al., 2013). Estas conclusões sugerem que as técnicas de *gamification* podem ser aplicadas com sucesso em contextos de questões ambientais e que a introdução do fator social motiva os utilizadores a alterarem os seus comportamentos. Porém é preciso ter em consideração que este foi apenas um teste piloto e as conclusões retiradas do mesmo foram obtidas através do cruzamento de dados da aplicação e questionários respondidos pelos utilizadores (possibilidade de o utilizador não ter sido totalmente honesto).

2.5 Caso de estudo: Opower

A Opower é uma empresa que comercializa software como um serviço (*Software as a service, SaaS*), baseado na *cloud*, a empresas fornecedoras de energia. Esta empresa, através de técnicas de ciências comportamentais, desenvolve aplicações que ajudam os clientes destas fornecedoras de energia a modificarem os seus comportamentos de forma a reduzirem a sua utilização energética.

Analisando as leituras dos contadores elétricos dos utilizadores domésticos, a aplicação disponibiliza relatórios personalizados acerca da sua utilização energética de forma a que o cliente consiga compreender onde está a utilizar mais energia e de que forma pode reduzir o seu consumo. Desta forma o utilizador fica mais informado acerca do seu consumo, o que acaba por resultar numa motivação prática, uma técnica de *Gamification*. O relatório também compara a utilização energética do cliente com o consumo de vizinhos que habitem em casas com tamanhos semelhantes. Desta forma, utilizando outra técnica de *Gamification*, a motivação social, os clientes são motivados a reduzir o seu consumo através da pressão social (Laskey, 2013). Na Figura 2.4 apresenta-se um exemplo de uma implementação do software que a Opower disponibiliza. As empresas fornecedoras de energia integram este software nas suas próprias aplicações.

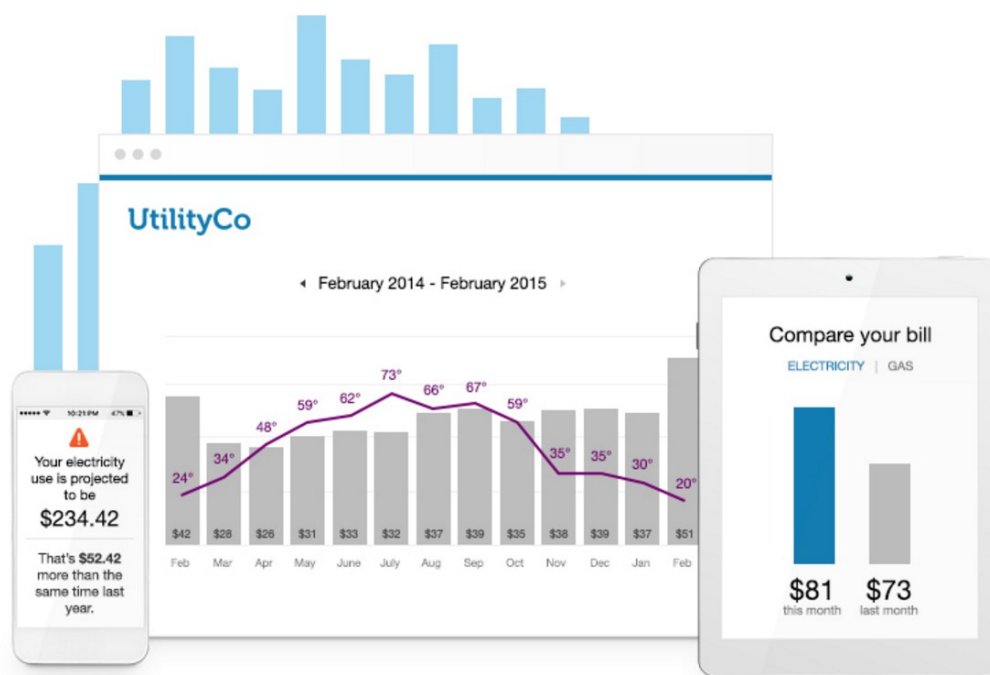


Figura 2.4: Exemplo de uma implementação da aplicação (Opower, 2016a)

Ao analisar 600 mil milhões de leituras de contadores elétricos de 60 milhões de utilizadores domésticos, esta aplicação conseguiu levar os seus utilizadores a reduzirem em média 2,5 % a sua utilização de energia, o que levou a uma poupança de mais de 1,1 mil milhões de dólares nos seus gastos com energia elétrica (Opower, 2016b).

3 Modelo de jogo

Neste capítulo descreve-se a arquitetura da aplicação, o seu modo de funcionamento e as suas regras. Também são descritas as funcionalidades disponibilizadas ao utilizador, através de casos de uso.

3.1 Funcionamento do jogo

Antes do projeto da aplicação foram identificados alguns objetivos que foram considerados cruciais a aplicação cumprir, de modo a cativar o utilizador. Os objetivos são os seguintes:

- A aplicação teria de ajudar os utilizadores a mudarem os seus hábitos de utilização energética (utilidade);
- A aplicação teria de ser fácil de usar (motivação prática);
- A aplicação teria de ser divertida (motivação hedonista);
- A aplicação teria de ter um fator social (motivação social).

Estes objetivos serviram como base ao desenvolvimento da aplicação “Home Challenge”. Nesta aplicação, os utilizadores inserem o seu consumo energético (valor do contador de energia da EDP [kWh]) com uma frequência semanal. Assim é possível calcular a média semanal de consumo do utilizador e ir analisando as suas oscilações de consumo semanalmente. Estas médias vão ser usadas para uma competição, a liga, que opõe o utilizador a outros utilizadores. O utilizador tem 3 formas de acumular pontos para a liga, através dos seguintes desafios:

- poupança semanal;
- taça;

- quiz.

Como estes desafios vão colocar os vários utilizadores da aplicação a competir entre si, a aplicação vai conter uma forte componente social, o que vai servir de motivação social, um dos objetivos da aplicação. Também ao ser introduzida uma componente de competição na aplicação é criado um fator de entretenimento, o que provoca uma motivação hedonista ao utilizador.

De notar que um utilizador é considerado uma família visto que para se participar no desafio são necessárias as contagens do consumo energético de uma residência, na qual podem residir várias pessoas. Sendo assim cada utilizador tem associado a si o número de pessoas do seu agregado familiar, ou seja, o número de pessoas que habitam a sua residência, de forma a que os cálculos da utilização energética sejam por pessoa, tornando assim o desafio mais justo.

3.1.1 Poupança Semanal

Quando o utilizador insere um consumo, a aplicação calcula a sua média de utilização de energia. A média é calculada em função do número de pessoas do agregado familiar do utilizador e dos dias que passaram desde o último consumo inserido. Logo a média de utilização de energia de um utilizador será em kWh/dia/pessoa. Este cálculo traduz-se matematicamente por

$$MCS = \frac{C_i - C_a}{N_{af} * D} \quad (3.1)$$

onde a variável C_i corresponde ao consumo inserido, a variável C_a corresponde ao último consumo inserido pelo utilizador, a variável N_{af} corresponde ao número de pessoas que pertencem ao agregado familiar do utilizador e a variável D corresponde à diferença de dias entre os dois consumos inseridos.

A cada sexta-feira, às 20:00 horas, a aplicação trata de atribuir pontos aos utilizadores. Esta ação é executada através dos seguintes passos:

- primeiro é calculada a poupança semanal de cada utilizador, através da diferença das suas duas últimas médias, em percentagem, que se traduz matematicamente por

$$PS = \frac{MCS_{atual} - MCS_{ant}}{MCS_{ant}} * 100 \quad (3.2)$$

onde a variável PS corresponde à poupança semanal do utilizador, a variável MCS_{atual} corresponde à média de consumo semanal do utilizador e a variável MCS_{ant} corresponde à média de consumo semanal registada anteriormente.

- de seguida é calculada a média de poupança por entre todos os utilizadores, usado as percentagens de poupança de cada utilizador, que se traduz matematicamente por

$$\overline{MP} = \frac{\sum_{i=0}^n PS}{n} \quad (3.3)$$

onde a variável \overline{MP} corresponde à média de poupança dos utilizadores, a variável $\sum_{i=0}^n PS$ corresponde ao sumatório das poupanças semanais de cada utilizador e a variável n corresponde ao número de poupanças semanais calculadas anteriormente. Esta média é utilizada para definir como vão ser atribuídos os pontos, servindo para definir os intervalos dos pontos, como se encontra apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 Tabela de atribuição de pontos semanais

Limite inferior	Limite Superior	Pontos
$-\infty$	0^-	0
0^-	$\frac{\bar{x}}{2}$	2
$\frac{\bar{x}}{2}$	$2\bar{x}$	10
$2\bar{x}$	$+\infty$	20

Ou seja, por exemplo, se a percentagem de poupança de um utilizador for duas vezes maior que a média das percentagens de poupança de todos os utilizadores, este ganha 20 pontos por essa semana. Também os três utilizadores melhor classificados a cada semana ganham um bónus, sendo que o 1º classificado ganha 20 pontos, o 2º classificado ganha 10 pontos e o 3º classificado ganha 5 pontos. Estes pontos são todos somados para a Liga. A distribuição dos

pontos foi definida de forma a recompensar os utilizadores que conseguem poupar mais a cada semana, relativamente aos seus adversários.

Este desafio tem como objetivo motivar um utilizador a reduzir a sua utilização energética semanal, ou seja, para conseguir isto o utilizador terá de alterar os seus hábitos de consumo, o que é um dos objetivos da aplicação (motivação útil).

3.1.2 Taça

O utilizador também tem a hipótese de competir na taça. A taça é uma competição que coloca frente a frente dois utilizadores, num formato de eliminação, da seguinte forma:

- em primeiro lugar o utilizador inscreve-se para participar na taça;
- quando existirem 8 utilizadores na lista de espera para participar na taça, a aplicação irá sortear 4 encontros, entre 2 utilizadores;
- o utilizador que poupar mais nessa semana passa à próxima fase, ganhando 10 pontos para a liga, sendo novos jogos novamente sorteados;
- finalmente, o utilizador que ganhar o último encontro ganha um bónus para a liga, de 100 pontos.

Podem existir várias taças a decorrer em simultâneo, porém um utilizador só poderá participar em uma. Quando for eliminado ou terminar a taça então poderá inscrever-se para participar noutra taça.

Este desafio tem o mesmo objetivo do desafio anterior (Poupança Semanal), o de motivar um utilizador a alterar os seus hábitos de consumo como forma de reduzir a sua utilização energética, sendo este um dos objetivos da aplicação (motivação útil).

3.1.3 Quiz

O desafio do quiz é outra forma de o utilizador ter hipótese de ganhar pontos bónus para a liga. Este desafio funciona da seguinte forma:

- um utilizador pode responder a uma pergunta por dia;
- por cada resposta certa o utilizador obtém um ponto para a liga;
- quer a resposta do utilizador esteja certa ou errada, a pergunta será retirada do grupo de perguntas que o utilizador pode responder, evitando assim o método de tentativa e erro.

As perguntas podem ser relacionadas com vários temas, desde boas práticas energéticas a conhecimento sobre energias fósseis e renováveis. No Anexo 2: Lista de Perguntas do desafio Quiz pode consultar uma lista de possíveis perguntas, respostas e opções que os utilizadores podiam responder.

Um dos objetivos deste desafio é o de educar o utilizador sobre os vários temas das perguntas, o que é um dos objetivos iniciais da aplicação, motivar os utilizadores a alterar os seus hábitos de consumo através da informação (motivação útil).

3.1.4 Funções Adicionais

Além dos desafios apresentados anteriormente, a aplicação tem um mecanismo que lembra a necessidade de os utilizadores inserirem novos consumos, caso estejam mais de 8 dias sem inserir um consumo. A aplicação todos os dias verifica quais os utilizadores que não inserem um consumo novo há 8 dias e de seguida envia-lhes um *email* de forma a alertar o utilizador que de forma a manter-se ativo nos vários desafios deve inserir um novo consumo na aplicação. Esta função torna a aplicação mais fácil de usar, o que pode incentivar o utilizador a manter-se mais ativo na aplicação, sendo este um dos objetivos da aplicação (motivação prática).

A aplicação também tem disponível uma página na qual estão apresentadas formas de o utilizador reduzir a sua utilização energética. Esta página visa a

educar o utilizador a adotar novas práticas energéticas, sendo este um dos objetivos da aplicação (motivação útil).

3.2 Casos de Uso

De seguida são apresentados os casos de uso, tanto do utilizador como do administrador da aplicação. São descritas as funcionalidades que estão disponíveis ao utilizador e ao administrador.

3.2.1 Casos de uso do utilizador

Nesta aplicação um utilizador pode realizar as seguintes ações que estão apresentadas na Figura 3.1 (casos de uso do utilizador):

- o utilizador pode inscrever-se na aplicação e participar nos vários desafios disponíveis;
- na página principal do utilizador este pode inserir um novo consumo ou testar um consumo. Para um utilizador inserir um novo consumo este deverá ir ler o seu contador de energia da EDP e de seguida introduzir o valor na aplicação. Testar o consumo significa verificar qual o valor da sua média se inserisse o seu novo consumo naquele dia, para dar hipótese ao utilizador de ponderar se deve inserir o seu consumo no momento ou esperar, o que for preferível para a sua estratégia de jogo;
- o utilizador pode inscrever-se para participar na taça. Quando existirem oito utilizadores que também desejem participar neste desafio a aplicação irá sortear vários encontros que colocam frente a frente os utilizadores inscritos;
- o utilizador pode consultar qual o seu adversário e a duração do encontro;
- no desafio do Quiz o utilizador pode responder a perguntas relacionadas com boas práticas energéticas e fontes de energia, obtendo pontos para a liga por cada resposta correta;
- na página da estatística o utilizador pode consultar vários valores sobre a sua participação nos desafios.

De notar que a utilização de *smart meters* pode resolver o problema do utilizador ter que manualmente inserir o consumo e decidir a melhor altura para o inserir, porém tal está para além dos objetivos do presente trabalho.

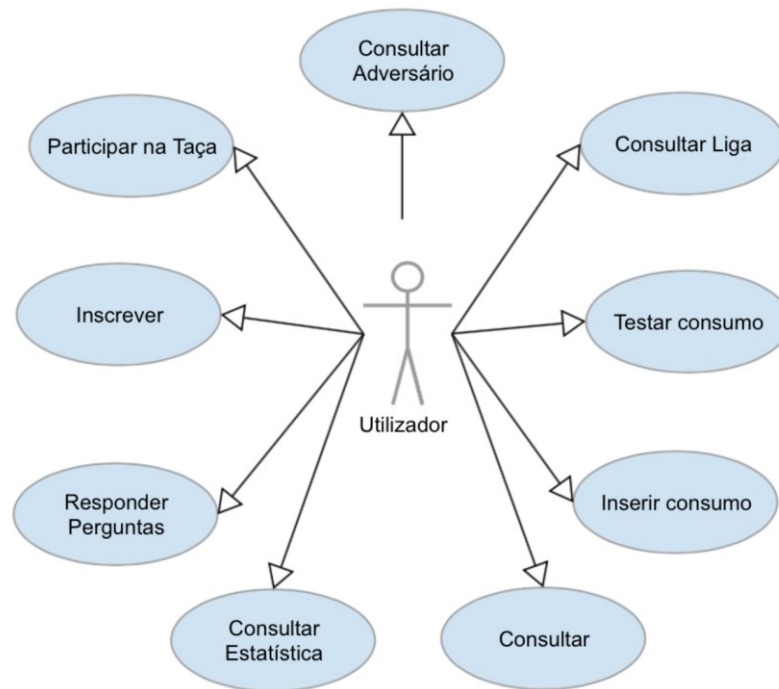


Figura 3.1: Casos de uso do utilizador

3.2.2 Casos de uso do administrador

O administrador da aplicação tem acesso às seguintes ações que estão apresentadas na Figura 3.2 (casos de uso do administrador) se aceder ao website diretamente:

- o administrador pode inserir um utilizador ou um consumo manualmente;
- o administrador pode inscrever um utilizador no desafio da taça;
- o administrador pode criar um *scheduler* e adicionar tarefas ao mesmo, como a tarefa de calcular as pontuações semanais ou a tarefa de lembrar os utilizadores a inserir novos consumos.

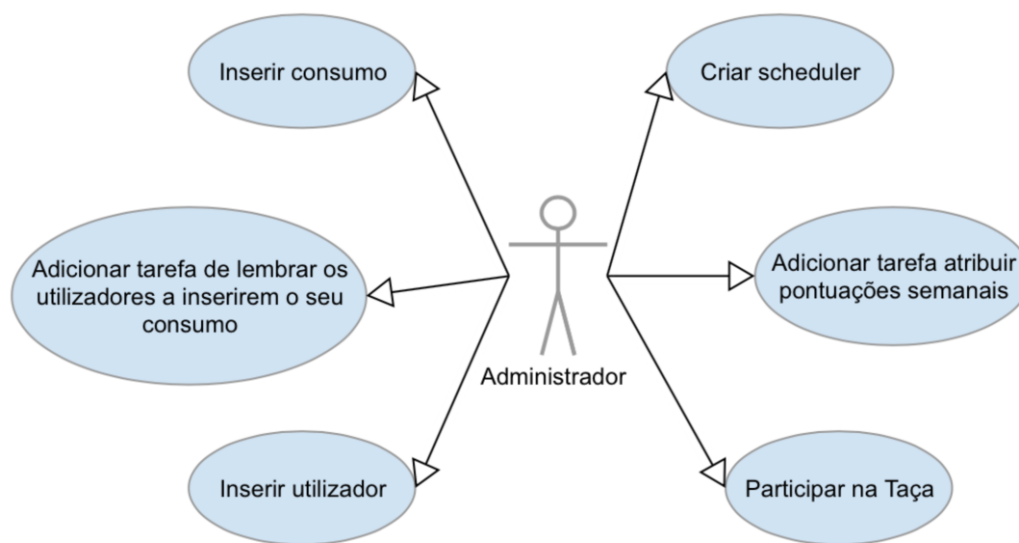


Figura 3.2: Casos de uso do administrador

3.3 Arquitetura da Aplicação online

O utilizador comunica com a aplicação através de um *website*. No *website* é possível realizar todas as ações necessárias para a participação no desafio e também consultar todos os dados necessários de forma a alcançar os objetivos pretendidos. A Figura 3.3 apresenta a arquitetura definida para o *website*. De seguida são apresentadas e descritas as páginas do *website*, necessárias para a participação na aplicação.

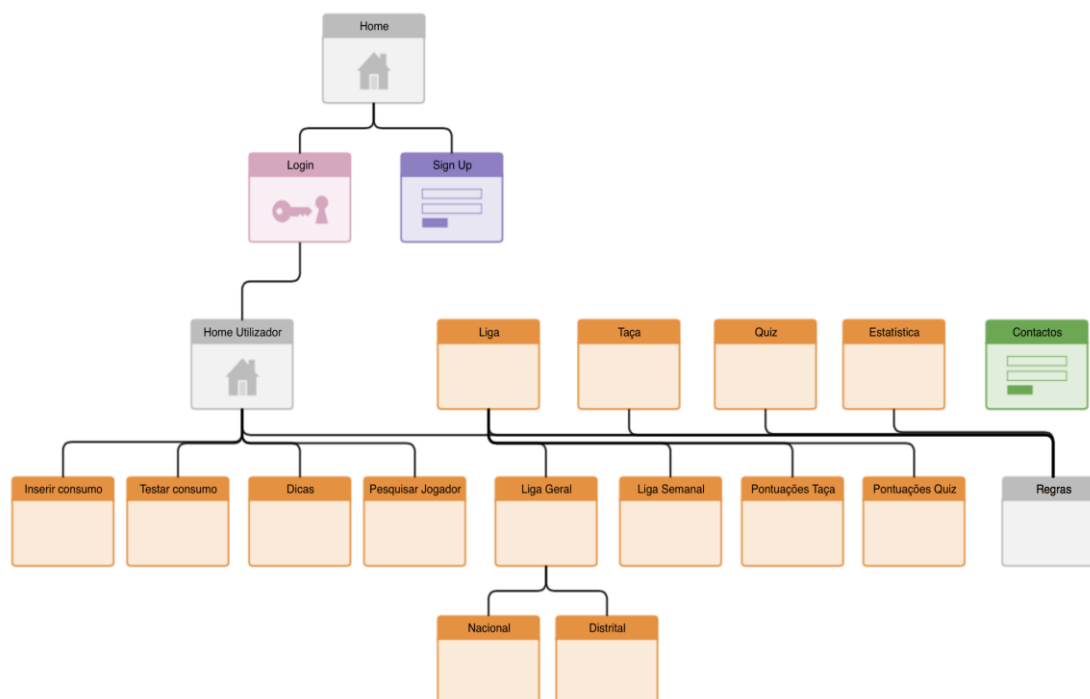


Figura 3.3: Arquitetura do Website

Ao visitar o *website* o utilizador é direcionado para a página inicial do *website*. Nesta página um utilizador pode fazer *login* na aplicação ou se ainda não for membro pode inscrever-se. Na Figura 3.4 apresenta-se a página inicial do *website*.

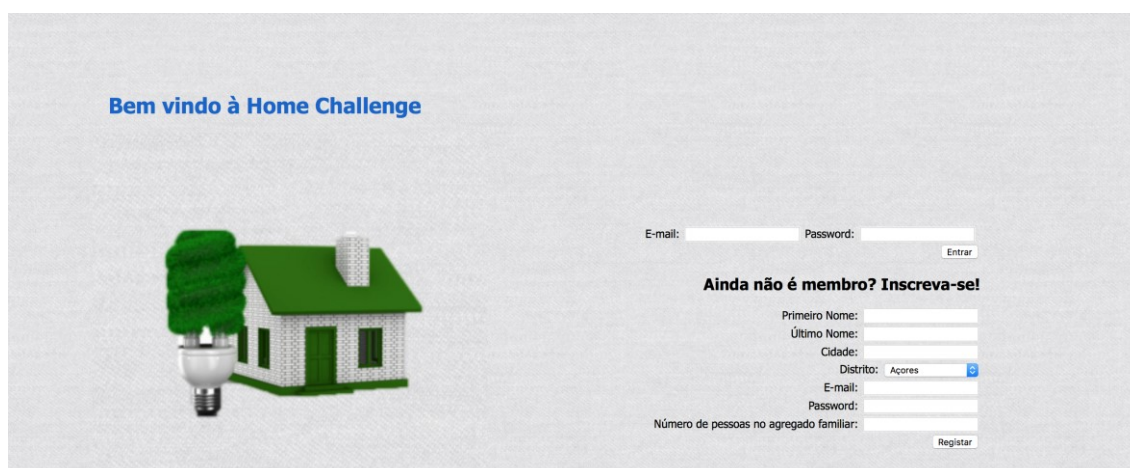


Figura 3.4: Página inicial do website

Se o *login* for o correto o utilizador é redirecionado para a sua página principal de participação (*home page*). Nesta página o utilizador pode consultar alguns dados acerca da sua participação na aplicação e também inserir e testar novos consumos. Na Figura 3.5 apresenta-se a sua página de participação.

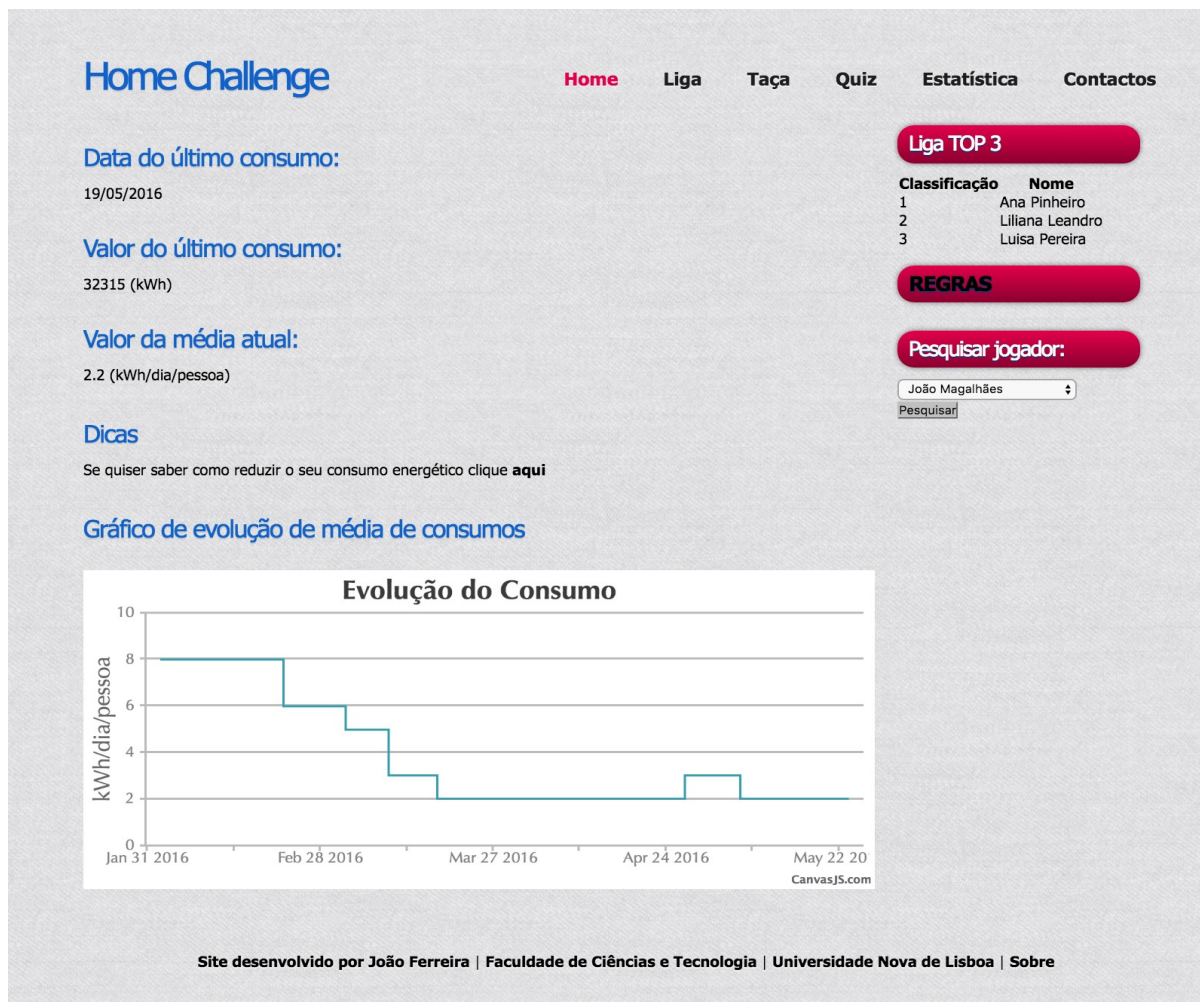
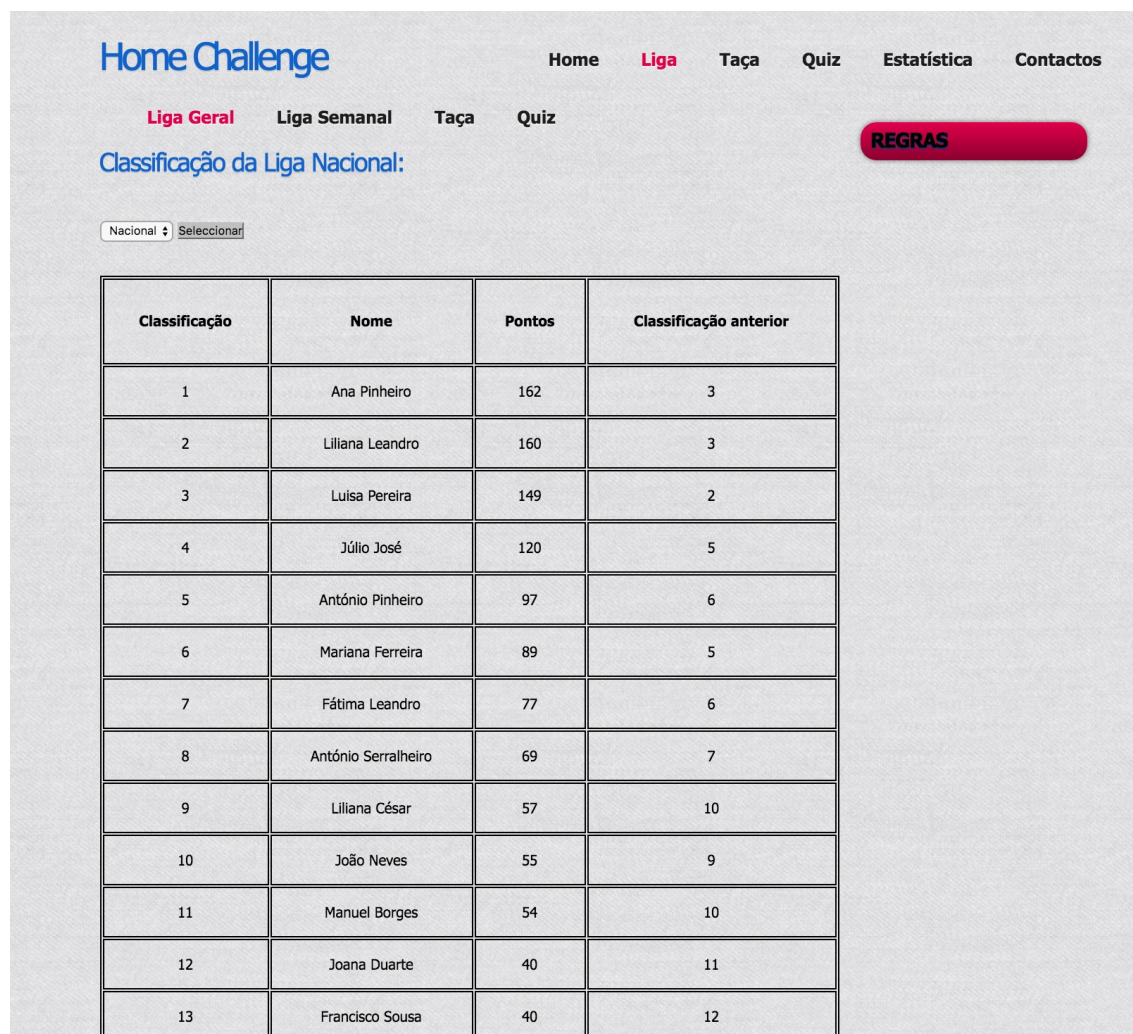


Figura 3.5: Página principal de participação (*home page*)

O utilizador também pode aceder à página das pontuações da Liga, na qual pode consultar as pontuações gerais da liga, as pontuações dos utilizadores que residem no seu distrito, as pontuações obtidas exclusivamente pelo desafio da taça e as pontuações obtidas exclusivamente pelo desafio do quiz. Na Figura 3.6 apresenta-se a página das pontuações da Liga Nacional.



Classificação	Nome	Pontos	Classificação anterior
1	Ana Pinheiro	162	3
2	Liliana Leandro	160	3
3	Luisa Pereira	149	2
4	Júlio José	120	5
5	António Pinheiro	97	6
6	Mariana Ferreira	89	5
7	Fátima Leandro	77	6
8	António Serralheiro	69	7
9	Liliana César	57	10
10	João Neves	55	9
11	Manuel Borges	54	10
12	Joana Duarte	40	11
13	Francisco Sousa	40	12

Figura 3.6: Página das pontuações da Liga Nacional

Na Figura 3.7 apresenta-se a página das pontuações obtidas através do desafio da Taça.

Home Challenge

Home Liga Taça Quiz Estatística Contactos

Liga Geral Liga Semanal Taça Quiz

Pontos atribuídos através da Taça:

Classificação	Nome	Pontos
1	Ana Pinheiro	120
2	António Serralheiro	20
3	Joana Duarte	10
4	Mariana Ferreira	10

REGRAS

Site desenvolvido por João Ferreira | Faculdade de Ciências e Tecnologia | Universidade Nova de Lisboa | Sobre

Figura 3.7: Página das pontuações atribuídas através do desafio da Taça

O utilizador tem a hipótese de participar no desafio da taça se desejar. Ao aceder à página da Taça, este tem acesso ao último jogo em que participou numa taça, a possibilidade de se inscrever para participar numa taça nova ou se estiver a participar numa pode consultar o seu adversário atual e a data que o encontro termina. Na Figura 3.8 apresenta-se a página do desafio da Taça.

Home Challenge

Home Liga Taça Quiz Estatística Contactos

Último jogo:

O seu último jogo foi contra Mariana Ferreira.

O jogo acabou na data 2016-04-07.

O utilizador perdeu o jogo.

O utilizador já se encontra numa lista de espera.

Faltam neste momento 2 pessoas para se iniciar uma taça.

Liga TOP 3

Classificação	Nome
1	Ana Pinheiro
2	Liliana Leandro
3	Luisa Pereira

REGRAS

Site desenvolvido por João Ferreira | Faculdade de Ciências e Tecnologia | Universidade Nova de Lisboa | Sobre

Figura 3.8: Página do desafio da Taça

Na página do desafio do Quiz o utilizador pode responder a uma pergunta por dia. No final de responder é direcionado a uma página com o resultado. Na Figura 3.9 apresenta-se a página do desafio do Quiz.

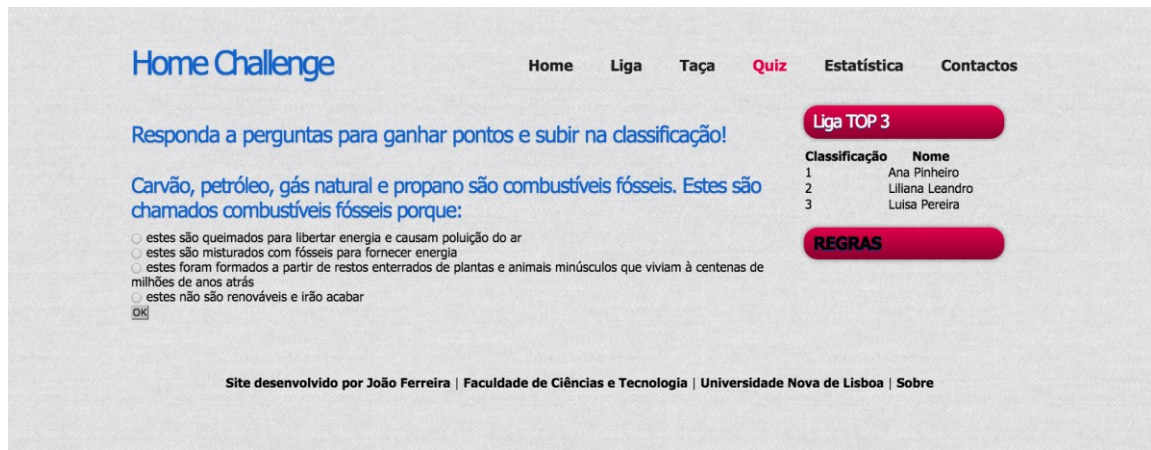


Figura 3.9: Página do desafio do Quiz

Na página da estatística o utilizador pode consultar dados mais específicos referentes à sua participação no desafio. Estão incluídos os seguintes dados:

- média de consumo inicial, a qual é calculada através da expressão matemática (3.1);
- média de consumo atual, que também é calculada através da expressão matemática (3.1);
- percentagem de poupança em relação à média inicial, a qual é calculada através da expressão matemática (3.2), com a atenção que a variável MCS_{ant} neste caso corresponde à primeira média de consumo semanal registada;
- o valor que o utilizador está a poupar ou a gastar a mais em relação à sua média inicial, em euros, é calculado através da seguinte expressão matemática

$$PM = (MCS_{atual} - MCS_{inical}) * N * 31 * 0.1367 \quad (3.4)$$

onde PM corresponde à poupança monetária do utilizador, MCS_{atual} corresponde à média de consumo semanal atual do utilizador, MCS_{inical} corresponde à média de consumo inicial do utilizador, N corresponde ao número de pessoas no agregado familiar do utilizador, a constante 31 faz

referência ao número de dias em um mês e a constante 0.1367 corresponde ao preço genérico de kWh, que pode variar consoante o contrato do utilizador com o seu fornecedor energético;

- a média de consumo da sua cidade, que é calculada através da seguinte expressão matemática

$$\overline{MC} = \frac{\sum_{i=0}^n MCS_i}{n} \quad (3.5)$$

onde \overline{MC} corresponde à média de consumo semanal dos utilizadores da cidade em questão, $\sum_{i=0}^n MCS_i$ corresponde ao sumatório das médias de consumo semanal dos utilizadores que residem na cidade em questão e n corresponde ao número de utilizadores que médias foram incluídas no somatório dos consumos;

- a percentagem de poupança em relação à cidade onde o utilizador reside, que é calculada através da seguinte expressão matemática

$$PRC = \frac{MCS_{util} - \overline{MC}}{\overline{MC}} * 100 \quad (3.6)$$

onde PRC corresponde à percentagem de poupança em relação à cidade onde o utilizador reside, MCS_{util} corresponde à média de consumo semanal do utilizador e \overline{MC} corresponde à média de consumo semanal dos utilizadores da cidade em questão;

- um gráfico de evolução da média de consumo do utilizador ao longo do desafio.

Na Figura 3.10 apresenta-se a página da estatística.

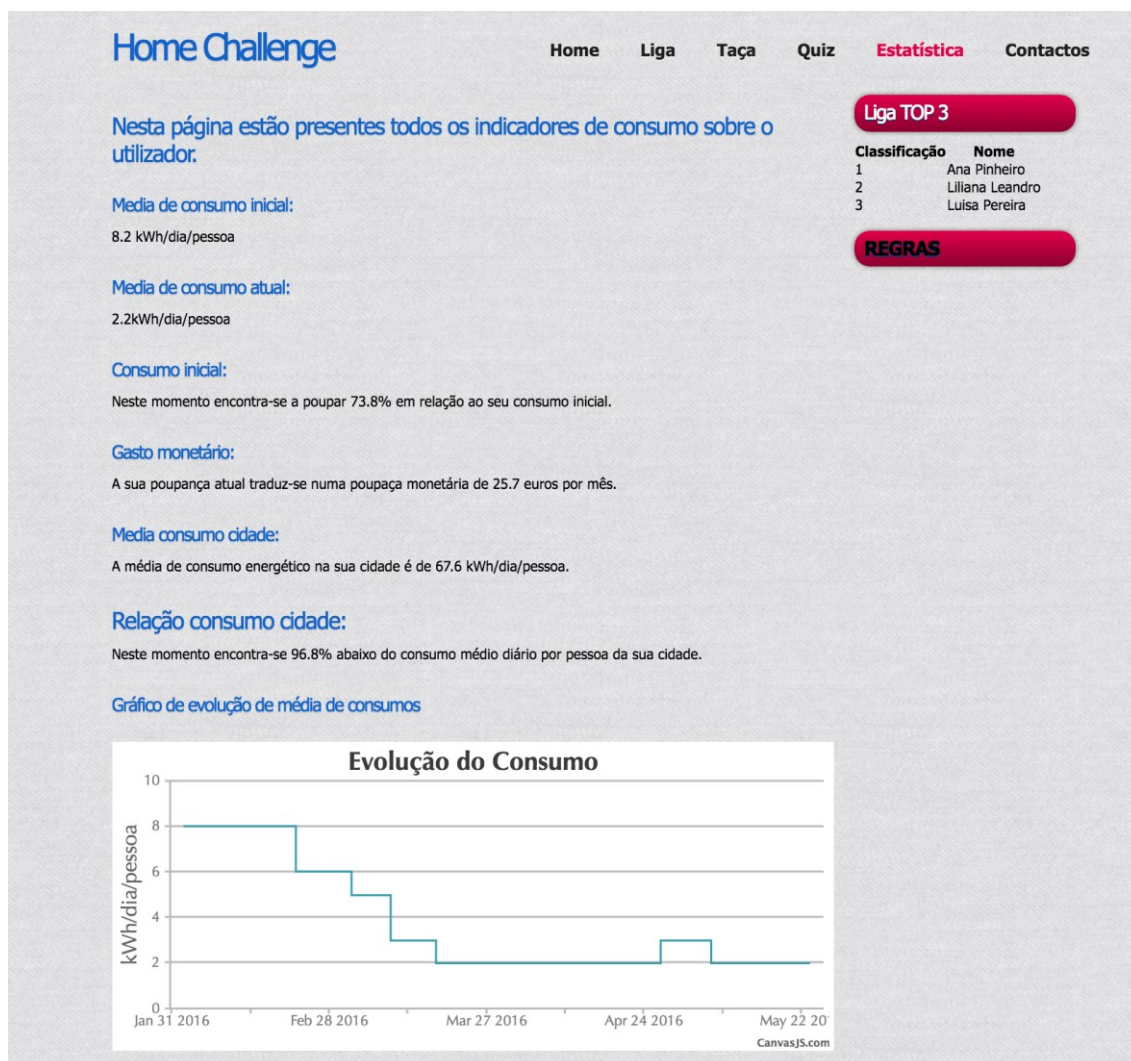


Figura 3.10: Página da Estatística

Finalmente o utilizador tem acesso a uma página de contactos, onde pode enviar uma mensagem ao administrador com dúvidas ou sugestões que achar pertinentes. Na Figura 3.11 apresenta-se a página dos contactos.



Figura 3.11: Página de Contactos

4 Implementação

Neste capítulo vai ser descrito como foi realizada a implementação da aplicação “Home Challenge”. Primeiro vai ser especificada a tecnologia utilizada na implementação do *front-end*, *back-end* e base de dados da aplicação. De seguida vai ser apresentada a arquitetura em detalhe, passando pela descrição das classes e métodos desenvolvidos no *back-end* e pela descrição da implementação da base de dados.

4.1 Tecnologia Usada

O desenvolvimento da aplicação online está dividido em três partes. A primeira sendo a camada de apresentação, também designada como *front-end*, sendo esta a interface de acesso do utilizador à aplicação. A segunda parte é a camada de acesso a dados, também designada por *back-end*, na qual são tratados os dados inseridos e requisitados pelo utilizador. Finalmente a terceira parte diz respeito à base de dados, responsável por armazenar todos os dados necessários ao funcionamento da aplicação. De seguida são apresentadas as tecnologias usadas no desenvolvimento de cada camada e como estas comunicam entre si. Na Figura 4.1 é possível observar o modelo da arquitetura completa.

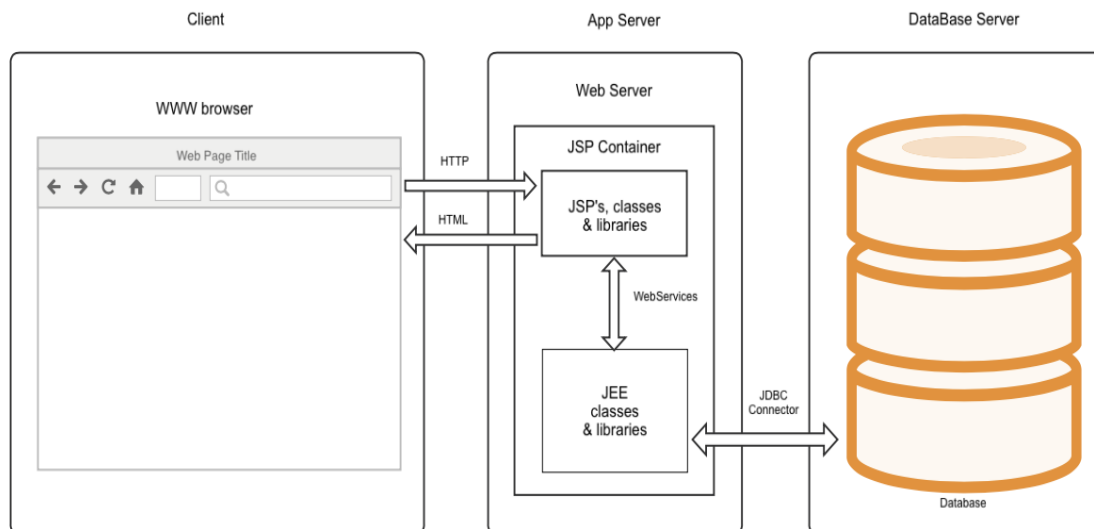


Figura 4.1: Arquitetura da aplicação

4.1.1 Front-End

O *front-end* da aplicação online foi desenvolvido com recurso à tecnologia JSP (*JavaServer Pages*). Esta tecnologia permite gerar páginas *web* dinamicamente baseadas em HTML. Isto é, uma página *web* pode conter informação estática via HTML e pode ser adicionado conteúdo dinâmico através de *scriptlets* JSP (que são fragmentos de código JAVA) que são processados pelo servidor quando o utilizador requisita a página.

4.1.2 Back-End

O *back-end* da aplicação online foi desenvolvido com recurso a uma JAVA *web application*. Esta foi desenvolvida com recurso à arquitetura JAVA EE 7 (*JAVA Platform Enterprise Edition 7*) que disponibiliza um conjunto de API's (Interface de Programação de Aplicações) que facilita bastante a construção de aplicações *web*. A comunicação entre o *front-end* e o *back-end* é conseguida através de *Web Services* (JAX-WS - *Java API for XML Web Services*). Os *Web Services* são uma tecnologia utilizada na integração de sistemas, que permite a comunicação entre aplicações *web* desenvolvidas em plataformas diferentes. A linguagem de cada aplicação é traduzida para uma 'linguagem universal', no caso do JAX-WS sendo o XML (*eXtensible Markup Language*). As chamadas das operações são

codificadas no protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*). Os *Web Services* são descritos através da linguagem WSDL (*Web Services Description Language*). O WSDL é usado para descrever os serviços disponibilizados à rede através da linguagem XML, providenciando a documentação necessária para se chamar um sistema distribuído e o procedimento necessário para que esta comunicação se estabeleça.

4.1.3 Base de Dados

A base de dados da aplicação *online* foi construída com recurso a tecnologia MySQL. A comunicação entre o *back-end* e a base de dados é conseguida através da utilização da API JDBC (*Java DataBase Connectivity*).

4.1.4 Servidor

Foi utilizado um servidor a correr uma JVM (*Java Virtual Machine*) de forma a alojar a aplicação. A JVM *Application Server* utilizada foi a *Apache Tomcat* versão 8.0.9 a correr o JDK (*Java Development Kit*) versão 1.7.0_45. Foi utilizado um servidor MySQL para a base de dados, versão 5.1.73-cll. A aplicação esteve disponível com o seguinte domínio: homechallenge.eu.

Foi utilizado um *Heap Size* de 128 Mb. O *Heap Size* é o espaço alocado pela JVM para alojar os objetos criados pela aplicação. Sempre que um método cria um objeto novo (ex: `int a = new int[]`) este é alojado neste espaço.

4.2 Arquitetura Detalhada

De seguida descreve-se de forma mais detalhada as classes e métodos desenvolvidos no *back-end*, necessários para a gestão da aplicação. Também se descreve, através de diagramas de sequência, como são executadas certas tarefas que o utilizador requiere. Finalmente descreve-se a implementação da base de dados, descrevendo o modelo relacional.

4.2.1 Diagrama de Classes

A aplicação JAVA está dividida em 3 pacotes:

- Um pacote onde estão armazenadas as classes e métodos necessários à gestão da aplicação (*package* DBManage);
- Um pacote onde estão armazenados os *Web Services* (*package* WebServices).
- Um pacote onde estão armazenados os métodos necessários à realização de certas tarefas periódicas. (*package* Quartz).

Pacote DBManage

A Figura 4.2 apresenta o diagrama de classes do pacote DBManage. Neste pacote existem 9 classes. A classe responsável pelas operações mais básicas é a classe DB_Manage. Nesta classe estão armazenados os métodos responsáveis por:

- criar e fechar uma conexão com a base de dados;
- obter dados dos utilizadores, como o seu email, número de identificação, nome, cidade ou número de pessoas no agregado familiar;
- inserir um utilizador;
- verificar a sua password.

Existem 6 classes responsáveis por implementar operações relacionadas com funcionalidades específicas da aplicação online. Todas estas classes que vão ser descritas de seguida estendem a classe DB_Manage, de forma a ter acesso direto aos métodos que esta implementa.

A classe DB_Consumos é responsável por todas as ações ligadas aos consumos de um utilizador, tais como:

- inserir um consumo;
- atualizar a média de consumos de um utilizador;
- incrementar o número de consumos registados;
- verificar qual foi o último consumo registado;
- a data em que este foi registado;

- se o utilizador tem algum consumo registado;
- simulações se um consumo fosse inserido.

A classe DB_Liga é responsável por todas as operações relacionadas com a Liga, tais como:

- criar a liga;
- atualizar a liga;
- verificar se a liga ou a liga semanal existem;
- verificar se existem utilizadores suficientes para criar uma liga;
- obter a posição e pontos de um utilizador e obter a classificação geral, tanto a nível nacional, distrital e semanal.

A classe DB-Taça é responsável por todas as operações relacionadas com a Taça. Estas operações são as seguintes:

- adicionar um utilizador a uma lista de utilizadores que desejam participar numa taça;
- verificar quantas pessoas se encontram nessa lista;
- obter informações acerca de um jogo que se encontre em disputa (adversário, datas de início e fim, etc.);
- obter informações acerca de um jogo que se tenha disputado (quem ganhou, quantos pontos ganhou, datas de início e fim);
- obter informações acerca de taças que estejam a decorrer;
- obter informações acerca das pontuações dos utilizadores obtidas exclusivamente através da Taça;
- obter uma classificação global dos utilizadores apenas tendo como base os pontos obtidos na Taça.

A classe DB_Perguntas é responsável por todas as operações relacionadas com o desafio do Quiz. Estas operações são as seguintes:

- inserir uma questão na base de dados;
- obter a última pergunta a que um utilizador respondeu;
- seleccionar aleatoriamente uma pergunta para um determinado utilizador responder;

- obter informações acerca de uma pergunta (pergunta, hipóteses de resposta e resposta correta);
- atualizar a base de dados quando um utilizador tenta responder a uma pergunta;
- obter a pontuação obtida por um utilizador ao jogar o desafio do Quiz;
- obter a classificação dos utilizadores apenas como base os pontos obtidos no desafio do Quiz.

A classe Estatística é responsável por todas as operações que envolvem cálculos necessários para apresentar os resultados do utilizador. Estas operações são as seguintes:

- obter valores da média atual e inicial;
- calcular percentagens de poupança de consumo;
- calcular média de consumo da cidade que o utilizador reside;
- comparar a média do utilizador com a média da cidade.

A classe Calculos_semanais é responsável por todas as operações relacionadas com a atribuição de pontos do desafio semanal. Estas operações são as seguintes:

- calcular as poupanças semanais de cada utilizador e atribuir os respetivos pontos;
- calcular quais são os 3 utilizadores que mais pouparam em cada semana, de forma a criar um top 3, os quais recebem pontos bónus;
- atualizar a classificação semanal.

Existem ainda duas classes auxiliares, Cena e Taca_pontos, que servem como estruturas de dados. A classe Cena armazena o número de identificação de um utilizador, os pontos que obteve na semana atual e a sua percentagem de poupança. A classe Taca_pontos armazena o número de identificação de um utilizador e os pontos que obteve num encontro da Taça. Estas classes permitem a ordenação dos utilizadores em função dos pontos obtidos.

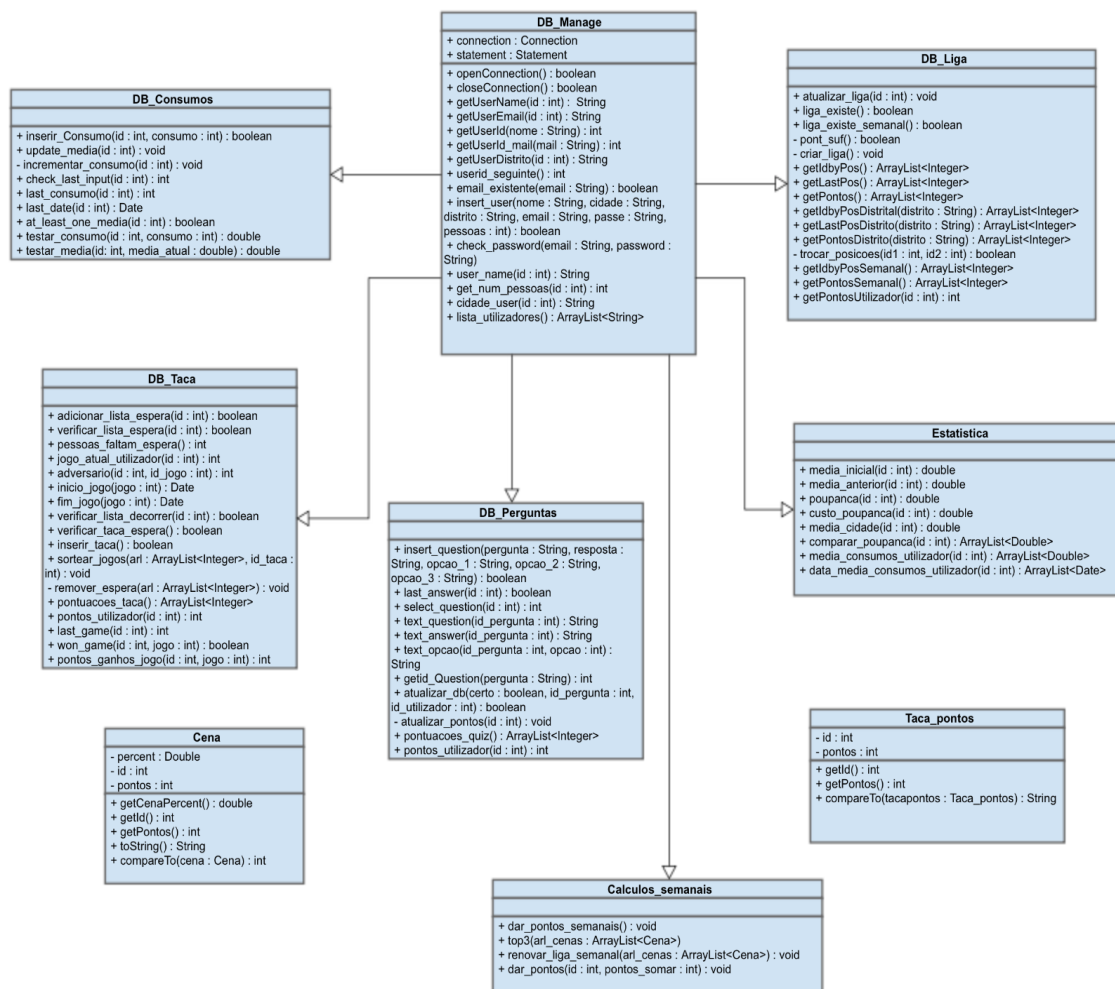


Figura 4.2: Diagrama de Classes do pacote DBManage

Pacote Quartz

A Figura 4.3 apresenta o diagrama de classes do pacote Quartz. O pacote Quartz contém os métodos necessários para implementar funções periódicas da aplicação. Funções essas que são:

- verificar se um utilizador não insere um consumo há mais de 8 dias e se sim então enviar um *email* de aviso;
- atribuir os pontos do desafio da poupança semanal;
- verificar quem ganhou os jogos da taça em curso e se necessário sortear novos jogos;

Para implementar estas funções foi usada a API *Quartz Job Scheduler*. O *Quartz Job Scheduler* é uma API que permite agendar *Jobs* que por sua vez

executam determinadas tarefas, sendo estas tarefas definidas como componentes padrão JAVA. Neste pacote estão implementas as seguintes funcionalidades:

- criar e iniciar um *scheduler* (agenda de tarefas);
- as tarefas que cada *Job* executa;
- a adição desses *Jobs* ao *scheduler*.

Estas funcionalidades estão implementadas através das seguintes classes:

- a classe *Tarefas* implementa as funcionalidades de criar e iniciar um *scheduler* (agenda de tarefas) e adicionar *Jobs* ao mesmo;
- a classe *CalculoMedias* implementa a tarefa de atribuir os pontos do desafio de poupança semanal;
- a classe *UltimoConsumoJob* é responsável por enviar um *email* aos utilizadores que não inserem um consumo há mais de 8 dias;
- a classe *JogoJob* é responsável por verificar quem ganhou um determinado encontro da taça e atribuir pontos ao vencedor;
- a classe *SorteioJob* implementa o mecanismo que sorteia novos encontros para os utilizadores que passaram à eliminatória seguinte de uma taça;
- a classe *QuemGanhouJob* implementa o mecanismo de verificar quem foi o vencedor de uma determinada taça e adicionar os respetivos pontos bônus.

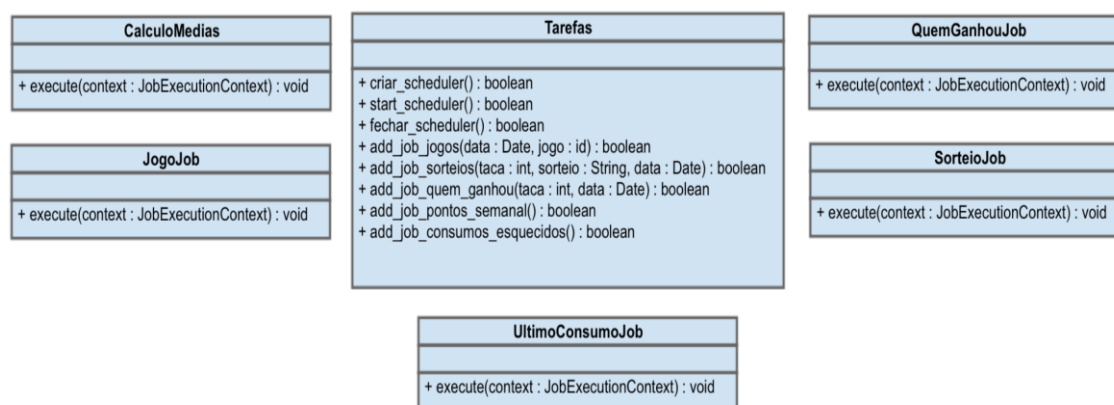


Figura 4.3: Diagrama de Classes do pacote Quartz

A Figura 4.4 apresenta o diagrama de classes do pacote WebServices. Neste pacote existem 7 classes que contêm os serviços *web* que são solicitados pelo *front-end* da aplicação. Estas classes inicializam as classes do pacote DBManage como objetos e depois consomem os seus métodos. Por exemplo, o método `inserir_utilizador` da classe `WebService1` inicializa a classe `DB_Manage` do pacote `DBManage` e consome o método `insert_user`.

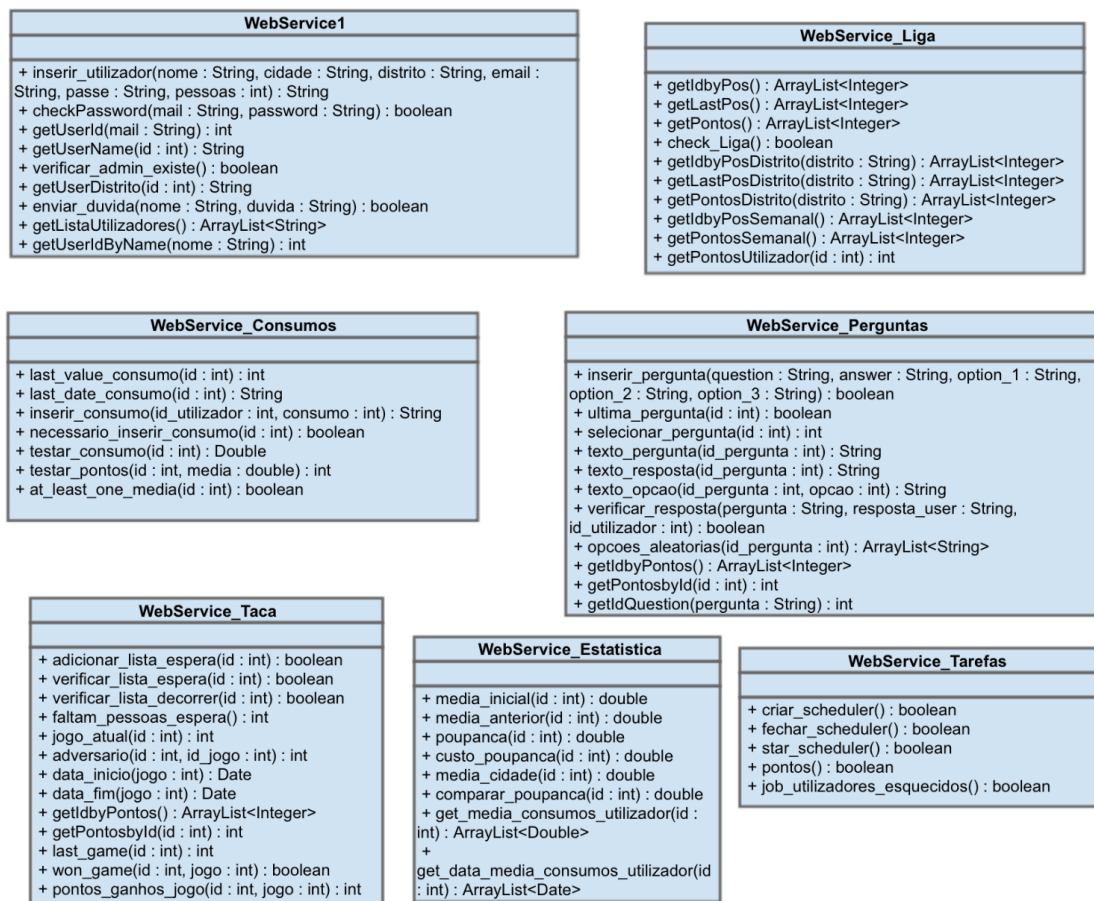


Figura 4.4: Diagrama de Classes do pacote WebServices

4.2.2 Diagramas de Sequência

De seguida vai ser apresentada a sequência de ações que são necessárias realizar de forma a completar algumas tarefas requisitadas pelo utilizador.

Login

A Figura 4.5 apresenta o diagrama de sequência da ação de realizar um *login*. Quando o utilizador deseja fazer *login* à aplicação este insere os seus dados na página *index.jsp* (Home Page) e faz um pedido. De seguida é redirecionado para a página *checkPassword.jsp* que tenta utilizar um *Web Service*, neste caso o *checkPassword*, no qual são enviados como parâmetros o *email* do utilizador e a palavra passe que este inseriu na *Home Page*. De seguida o *web service* utiliza o método *check_password* da classe *DB_Manage*. Este método pede à base de dados a palavra passe do utilizador e de seguida compara esta com a palavra passe inserida pelo utilizador. Se forem iguais então o método devolve verdadeiro, se não forem devolve falso. O *web service* devolve o resultado do método *check_password*. Finalmente a página *checkPassword.jsp* redireciona o utilizador para páginas diferentes conforme a resposta. Se for verdadeira então esta reencaminha o utilizador para a página *homeUser.jsp* (página inicial do utilizador). Se for falsa então reencaminha o utilizador para a página inicial, *index.jsp*.

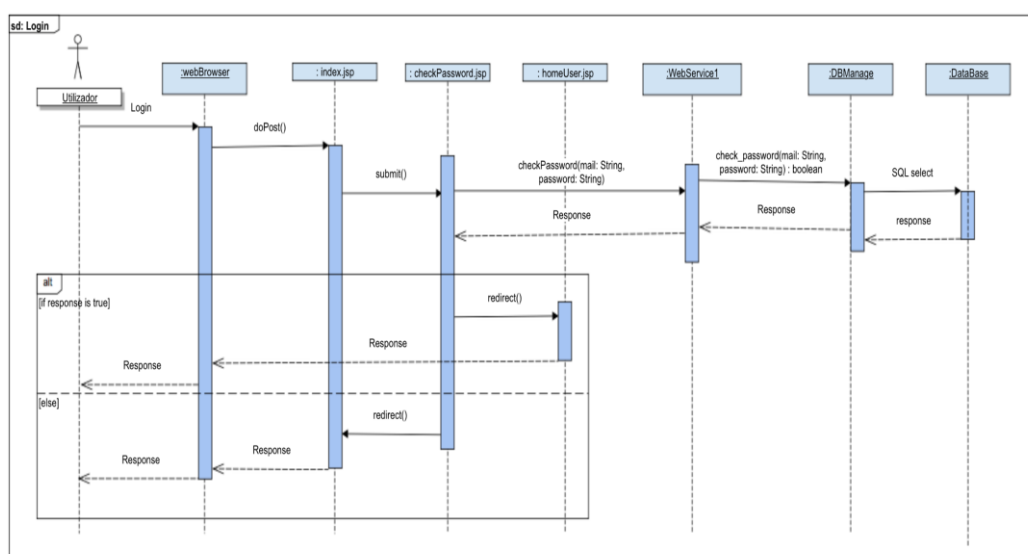


Figura 4.5: Diagrama de Sequência de Login

Inserir Utilizador

A Figura 4.6 apresenta o diagrama de sequência da ação de inserir um novo utilizador na aplicação. Quando o utilizador deseja inscrever-se na aplicação este insere os seus dados pessoais na página `index.jsp` (*Home Page*) e faz um pedido. De seguida é redirecionado para a página `inserirUtilizador.jsp`, a qual tenta utilizar um *Web Service*, neste caso o `inserirUtilizador`, no qual são enviados como parâmetros os seus dados pessoais (nome, cidade, distrito, *email*, palavra passe e número de pessoas no seu agregado familiar). De seguida o *Web Service* utiliza o método `insert_user` da classe `DB_Manage`. Este método verifica se já existe um utilizador com o mesmo *email* na base de dados e se não existir este insere na base de dados o novo utilizador. Se o utilizador for inserido com sucesso na base de dados este método devolve *true*, se não for possível inserir o utilizador então o método devolve *false*. O *Web Service* devolve o resultado do método `insert_user`. Finalmente a página `inserirUtilizador.jsp` redireciona o utilizador para páginas diferentes consoante a resposta. Se for verdadeira então esta reencaminha o utilizador para a página `homeUser.jsp` (página inicial do utilizador), tendo o utilizador sessão iniciada na aplicação. Se for falsa então reencaminha o utilizador para a página inicial, `index.jsp`.

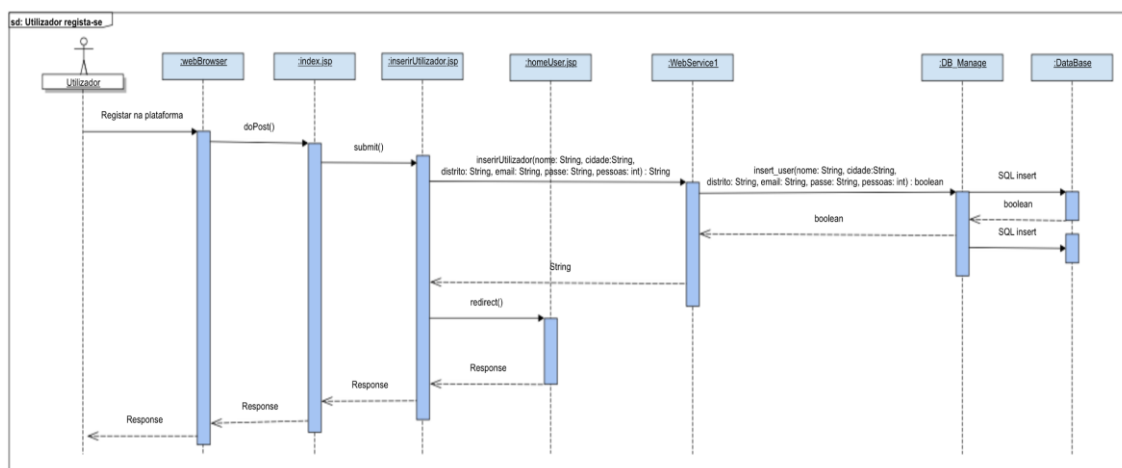


Figura 4.6: Diagrama de Sequência Inserir Utilizador

Inserir Consumo

A Figura 4.7 apresenta o diagrama de sequência da ação de inserir um consumo novo na aplicação. Quando o utilizador deseja inserir o seu consumo atual na aplicação este insere o valor do consumo na página `homeUser.jsp` (*Home Page User*). De seguida a página tenta utilizar um *Web Service*, neste caso o `inserirConsumo`, no qual são enviados como parâmetros o consumo e o número de identificação do utilizador. De seguida o *Web Service* utiliza o método `inserir_Consumo` da classe `DB_Liga`. Este método verifica se o último consumo é menor que o consumo inserido e se sim então insere o consumo na base de dados. De seguida o método insere uma nova média na base de dados, calculando a diferença entre a media inserida e a última média inserida e dividindo pelos dias que passaram entre os consumos e o número de pessoas no agregado familiar, obtendo-se um valor em kWh/dia/pessoa. No final o método incrementa o valor de consumos registados do utilizador. Se estas tarefas forem completadas com sucesso o método retorna uma *String* com a informação que foi inserido o consumo com sucesso. Se as tarefas não forem completadas com sucesso o método retorna uma *String* com a informação que o consumo não foi inserido. Essa informação é devolvida pelo *Web Service* à página `homeUser.jsp`.

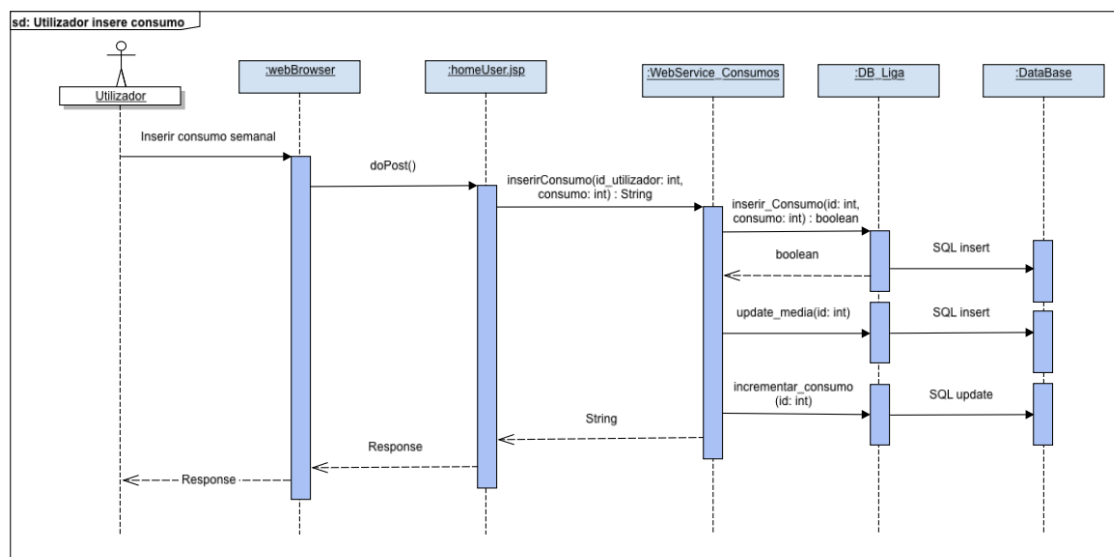


Figura 4.7: Diagrama de Sequência Inserir Consumo

Inscrever na Taça

A Figura 4.8 apresenta o diagrama de sequência da ação de um utilizador se inscrever no desafio da taça. Quando um utilizador deseja participar numa taça este faz um pedido na página `taca.jsp`. De seguida é redirecionado para a página `inscrever_taca.jsp`, a qual tenta utilizar um *Web Service*, neste caso o `adicionar_lista_espera`. De seguida o *Web Service* utiliza o método `adicionar_lista_espera` da classe `DB_Taca`. Este método verifica se o utilizador já se encontra numa lista de espera, sendo que se não se encontrar então insere o utilizador na lista de espera atual. Se não existir uma lista de espera este cria uma. O método devolve *true* se for possível inserir o utilizador numa lista de espera ou devolve *false* se não for possível. O *Web Service* devolve a resposta à página `taca.jsp`.

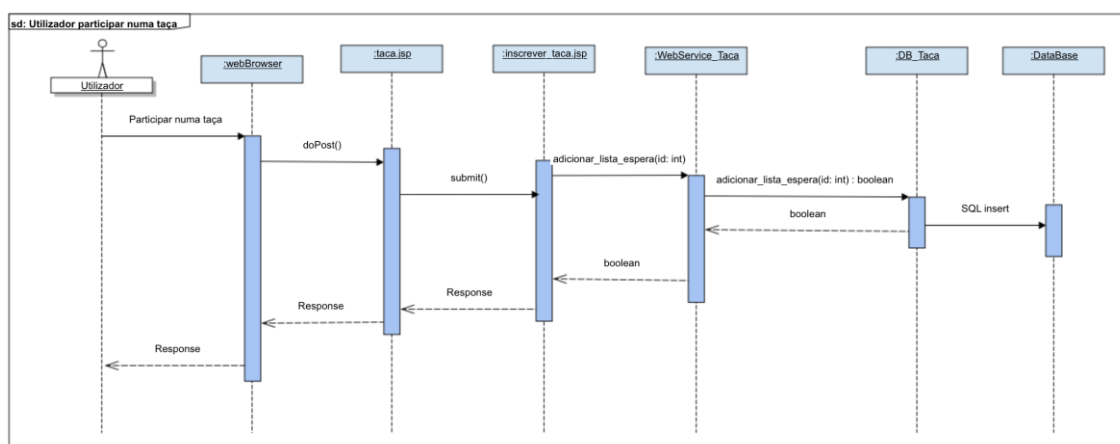


Figura 4.8: Diagrama de Sequência Participar em uma Taça

Responder a uma pergunta do Quiz

A Figura 4.9 apresenta o diagrama de sequência da ação de responder a uma pergunta do desafio do quiz. Quando um utilizador deseja responder a uma pergunta este acede à página `quiz.jsp` onde lhe é apresentada uma pergunta e quatro hipóteses de resposta. Este seleciona e submete uma hipótese. De seguida é redirecionado para a página `verificar_resposta.jsp`, a qual tenta utilizar um *Web Service*, neste caso o `verificar_resposta`, no qual são enviados como parâmetros a pergunta, a resposta e o número de identificação do utilizador. De seguida o *Web Service* utiliza os seguintes métodos:

- utiliza o método `getIdQuestion` de forma a obter o número de identificação da pergunta a partir do texto da pergunta;
- com esse número de identificação é utilizado o método `text_answer` de forma a obter a resposta a essa pergunta;
- verifica-se se a resposta do utilizador é ou não a correta e é utilizado o método `atualizar_db` que insere na base de dados um registo se o utilizador acertou ou não a pergunta. Se o utilizador tiver acertado então é utilizado o método `atualizar_pontos` de forma a atribuir pontos ao utilizador pela resposta certa;

Finalmente o *Web Service* devolve *true* se o método `atualizar_db` for bem-sucedido ou devolve *false* se o método `atualizar_db` não for bem-sucedido à página `verificar_resposta.jsp` que devolve a informação à página `quiz.jsp` para ser exibida ao utilizador.

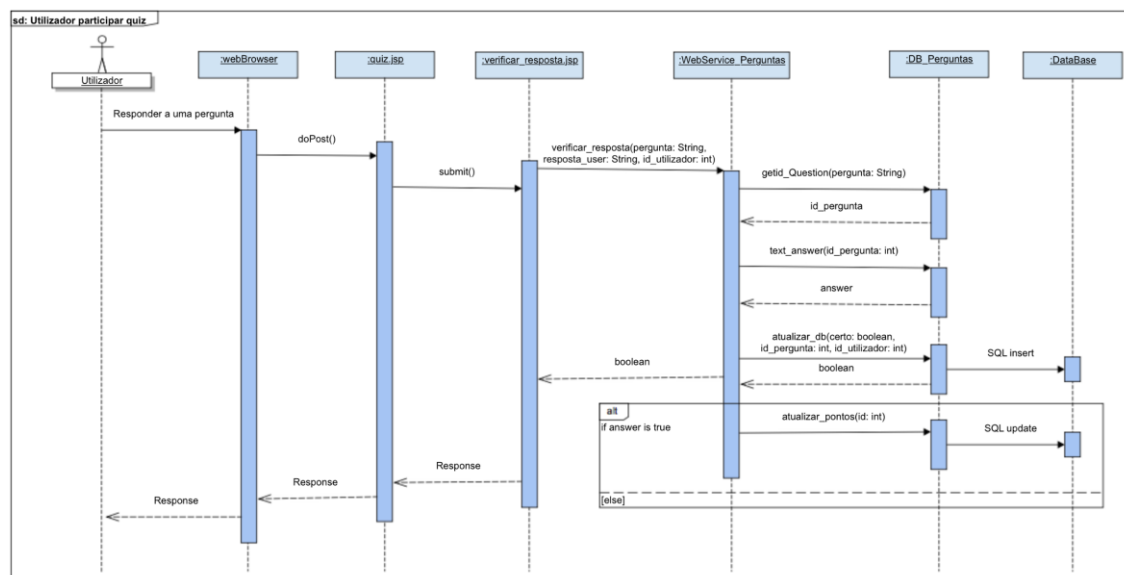


Figura 4.9: Diagrama de Sequência responder a uma pergunta do Quiz

Testar um consumo

A Figura 4.10 apresenta o diagrama de sequência da ação de um utilizador testar um consumo. Quando um utilizador deseja testar um consumo este insere o consumo provisório na página homeUser.jsp. De seguida é redirecionado para a página testar_consumo.jsp que tenta utilizar dois *Web Services*, neste caso o testarConsumo e o testarMedia. No primeiro *Web Service* são enviados como parâmetros o consumo provisório e o número de identificação do utilizador. De seguida o *Web Service* utiliza o método testar_consumo da classe DB_Consumos, que solicita à base de dados os dados necessários para calcular uma média provisória se o consumo fosse inserido. De seguida essa média é devolvida à página testar_consumo.jsp que utiliza o segundo *Web Service*, o testarMedia, que envia como parâmetros a média anteriormente calculada e o número de identificação do utilizador. O *Web Service* utiliza o método testar_media da classe DB_Consumos que solicita à base de dados a última média do utilizador e compara-a com a média provisória, de forma a calcular a percentagem de poupança que seria alcançada se o utilizador inserisse a média definitivamente. Essa percentagem é devolvida à página testar_consumo.jsp que finalmente apresenta ao utilizador a média provisória e a percentagem de poupança provisória ao utilizador.

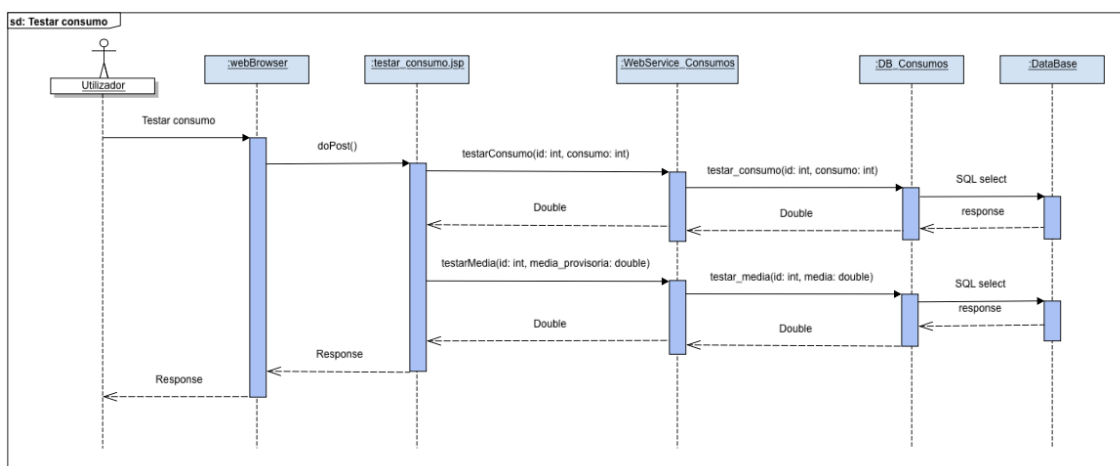


Figura 4.10: Diagrama de Sequência testar um consumo

4.2.3 Base de Dados

Tal como referido anteriormente, optou-se pela tecnologia MySQL para implementar a base de dados. De seguida descreve-se o modelo relacional da mesma, ou seja, as tabelas utilizadas e a relação entre as mesmas. Na Figura 4.11 apresenta-se o seu modelo relacional.

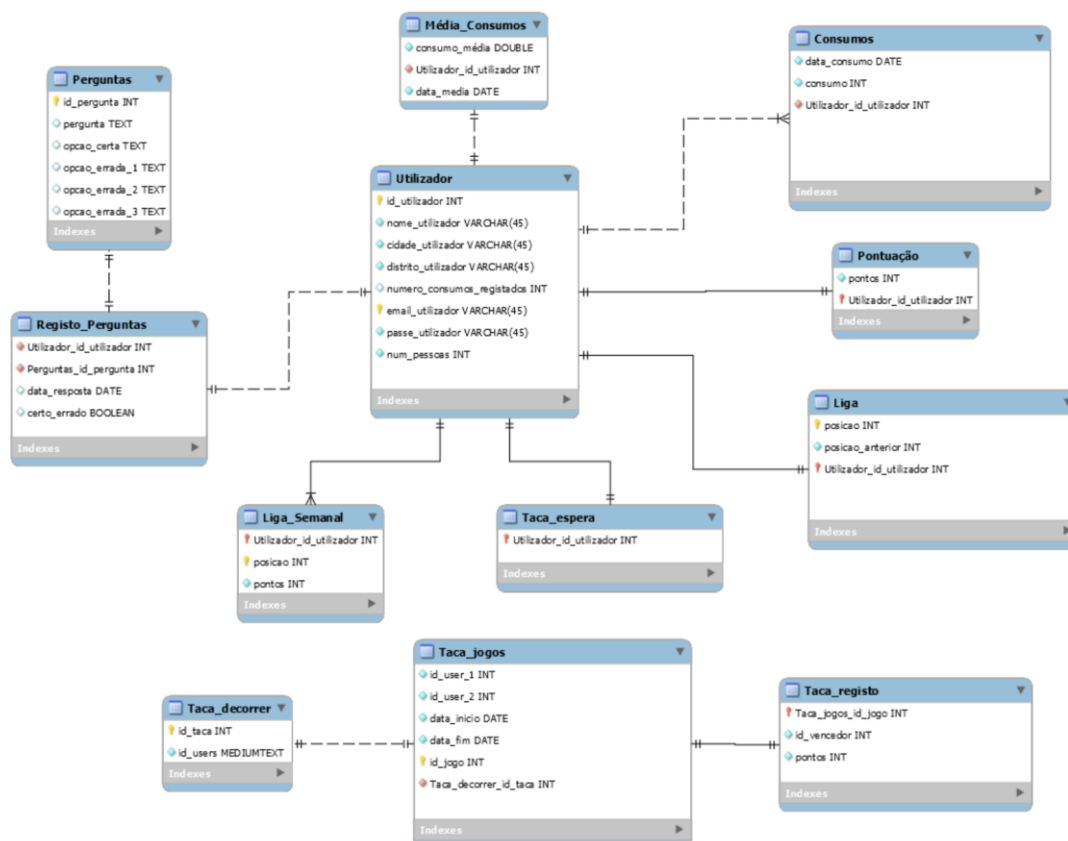
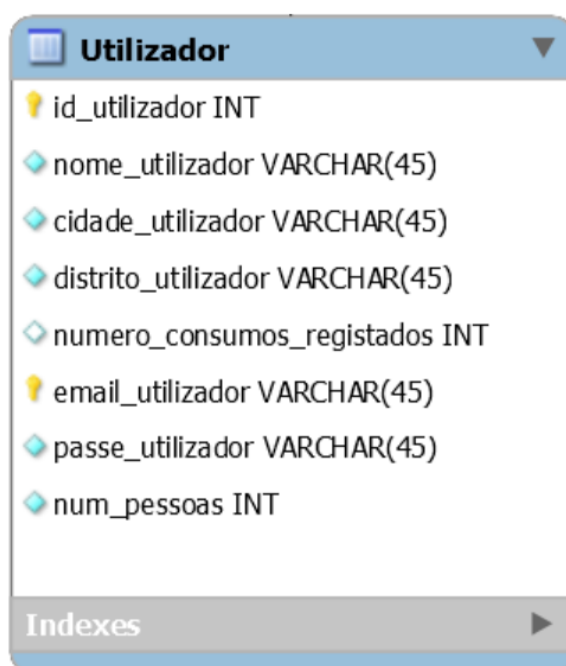


Figura 4.11: Modelo Relacional da base de dados

A tabela Utilizador serve para armazenar os dados relativos a cada utilizador, como o seu número de identificação, o seu nome, email, cidade em que reside, distrito em que reside, o número de consumos registados que vai sendo incrementado à medida que são inseridos novos consumos, a sua palavra-passe de forma a aceder à sua conta na aplicação e o número de pessoas que constituem o seu agregado familiar. A Figura 4.12 apresenta a tabela Utilizador. De seguida existem uma série de tabelas que armazenam dados sobre os hábitos de consumo e participação no desafio de cada utilizador.



The image shows a screenshot of a database management tool displaying the structure of a table named 'Utilizador'. The table has the following columns:

Column Name	Data Type	Primary Key
id_utilizador	INT	Yes
nome_utilizador	VARCHAR(45)	No
cidade_utilizador	VARCHAR(45)	No
distrito_utilizador	VARCHAR(45)	No
numero_consumos_registados	INT	No
email_utilizador	VARCHAR(45)	No
passe_utilizador	VARCHAR(45)	No
num_pessoas	INT	No

At the bottom of the window, there is a tab labeled 'Indexes' with a right-pointing arrow, indicating that there are no indexes defined for this table.

Figura 4.12: Tabela Utilizador

A tabela Consumos contém os consumos inseridos de todos os utilizadores. Cada entrada na tabela contém o número de identificação do utilizador, o consumo inserido e a data em que foi inserido. A Figura 4.13 apresenta a tabela Consumos. A tabela Média_Consumos contém as médias calculadas pela aplicação de cada utilizador. Cada entrada nesta tabela contém o número de identificação do utilizador, o valor da média registada e a data em que foi registada. A Figura 4.14 apresenta a tabela Média Consumos.

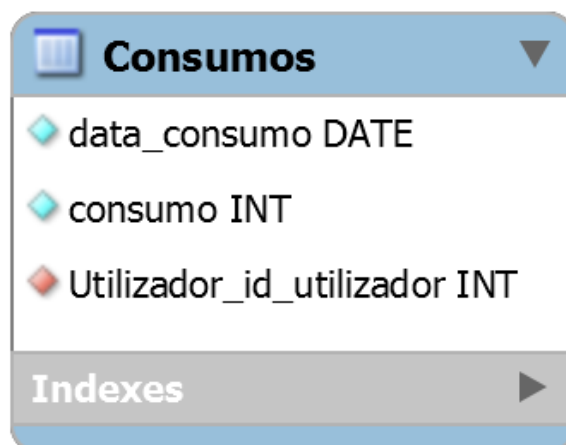


Figura 4.13: Tabela Consumos

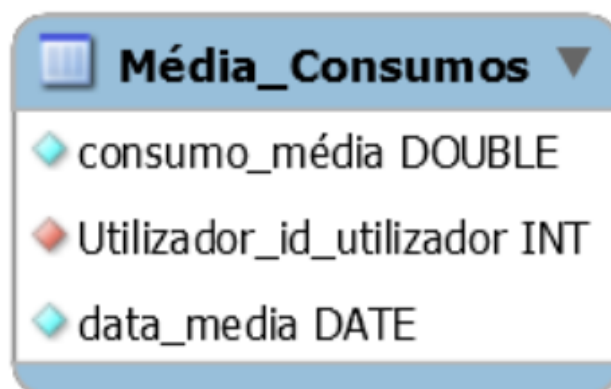
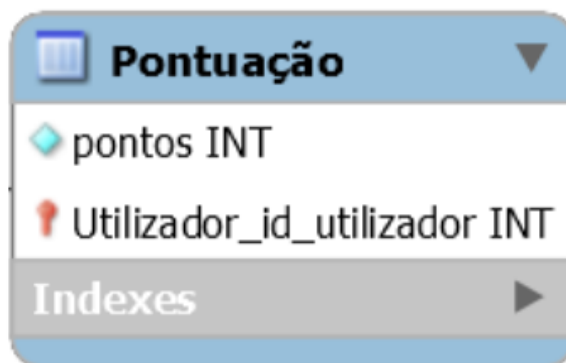


Figura 4.14: Tabela Média Consumos

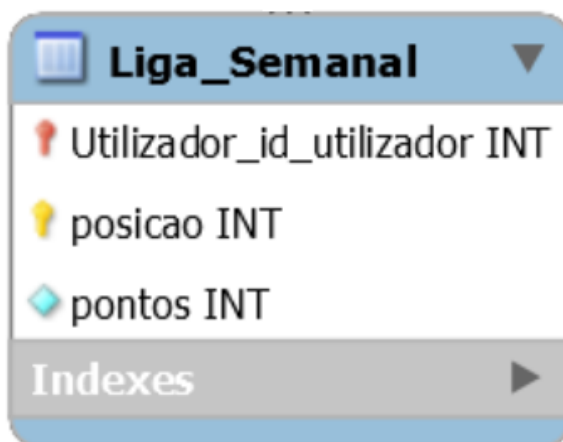
A tabela Pontuação contém a pontuação dos utilizadores. Cada entrada contém o número de identificação do utilizador e o seu número de pontos obtidos. A tabela Liga contém a classificação dos utilizadores no desafio. Cada entrada desta tabela contém o número de identificação do utilizador, a sua classificação atual e a sua classificação da semana anterior. A Figura 4.15 apresenta a tabela Pontuação.



◆ pontos INT
🔑 Utilizador_id_utilizador INT
Indexes ▶

Figura 4.15: Tabela Pontuação

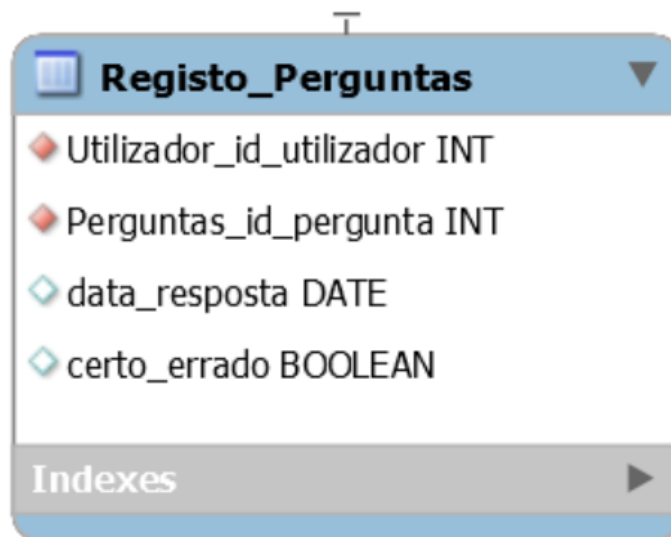
A tabela Liga_Semanal contém a classificação dos utilizadores relativamente à semana anterior do desafio da poupança semanal. Esta tabela contém como entradas o número de identificação do utilizador, a sua posição nesta classificação semanal e o número de pontos que obteve na semana anterior. A Figura 4.16 apresenta a tabela Liga Semanal.



🔑 Utilizador_id_utilizador INT
💡 posicao INT
◆ pontos INT
Indexes ▶

Figura 4.16: Tabela Liga Semanal

A tabela Registo Perguntas contém o registo das perguntas respondidas pelos utilizadores quando participam no quiz. Cada entrada desta tabela contém o número de identificação do utilizador, o número de identificação da pergunta que respondeu, a data em que respondeu à pergunta e se respondeu com sucesso ou não. A Figura 4.17 apresenta a tabela Registo Perguntas.



Registo_Perguntas	
Utilizador_id_utilizador	INT
Perguntas_id_pergunta	INT
data_resposta	DATE
certo_errado	BOOLEAN

Indexes

Figura 4.17: Tabela Registo Perguntas

A tabela Perguntas contém uma base de dados das perguntas disponíveis para responder no desafio. Cada entrada desta tabela contém o número de identificação da pergunta, o texto da pergunta, o texto da resposta e o texto de 3 hipóteses de resposta erradas. A Figura 4.18 apresenta a tabela Perguntas.

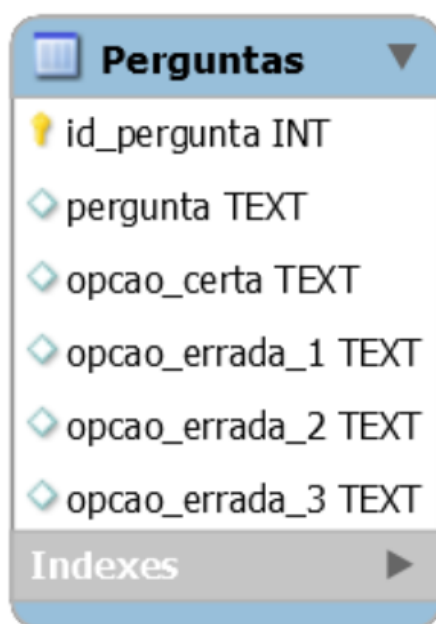


Figura 4.18: Tabela Perguntas

Finalmente existem 4 tabelas relativamente à participação dos utilizadores na taça. A tabela *Taca_espera* contém o número de identificação dos utilizadores que se encontram numa fila de espera para participarem numa taça. A Figura 4.19 apresenta a tabela Taça Espera.

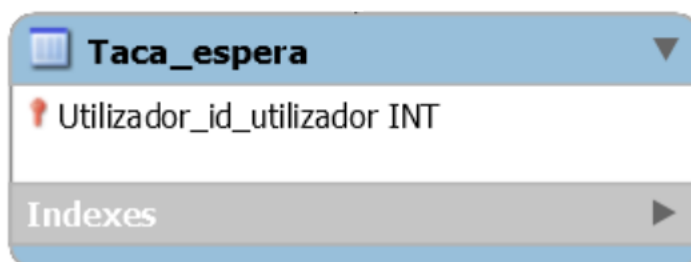


Figura 4.19: Tabela Taça Espera

A tabela `Taca_decorrer` contém as informações sobre as taças que se encontram a decorrer. Cada entrada contém o número de identificação de uma taça e o número de identificação dos utilizadores que estão a participar na mesma. A Figura 4.20 apresenta a tabela Taça Decorrer.

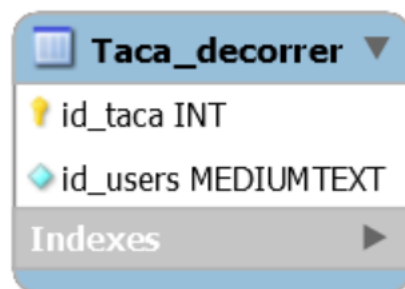


Figura 4.20: Tabela Taça Decorrer

A tabela `Taca_jogos` contém a informação sobre os encontros das taças que estão a decorrer. Cada entrada desta tabela contém os números de identificação dos utilizadores que estão a participar no encontro, a data de início e data de fim do encontro, o número de identificação do jogo e o número de identificação da taça a que esse encontro diz respeito. A Figura 4.21 apresenta a tabela Taça Jogos.

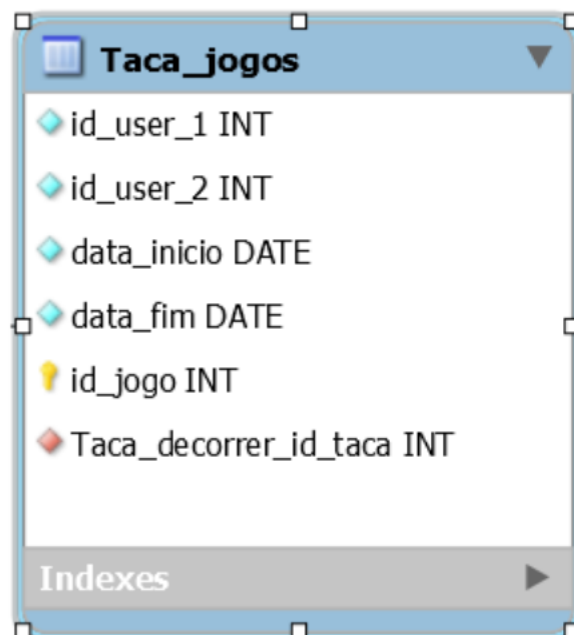


Figura 4.21: Tabela Taça Jogos

Por último a tabela `Taca_registro` contém a informação sobre os encontros que já terminaram. Cada entrada desta tabela contém o número de identificação do jogo, o número de identificação do utilizador que venceu o encontro e o número de pontos que este utilizador obteve por ter vencido o encontro. A Figura 4.22 apresenta a tabela `Taca Registro`.

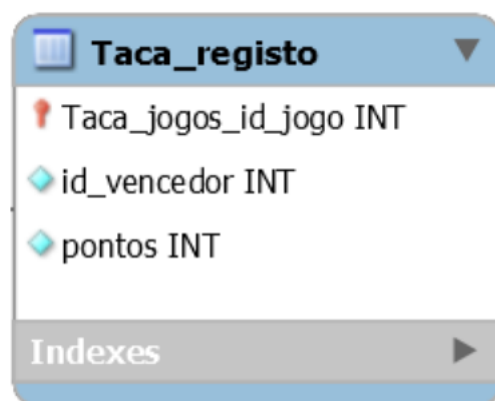


Figura 4.22: Tabela `Taca Registro`

5 Resultados e Análise

Neste capítulo vão ser apresentados os resultados do teste da aplicação “Home Challenge” e de seguida estes resultados vão ser analisados, de forma a retirar algumas conclusões acerca da aplicação.

5.1 Resultados

O desafio “Home Challenge” iniciou-se no final de Janeiro de 2016 e terminou no final de Maio de 2016. Este desafio serviu para testar a aplicação. O tempo de duração do desafio foi muito curto, porém este esteve condicionado pelos prazos deste trabalho de dissertação. De forma a atrair utilizadores para realizar o teste à aplicação, foram feitos convites a várias pessoas para participarem no teste. Estas pessoas eram colegas de curso ou pessoas conhecidas, de forma a evitar a possibilidade de má-fé (*mala fides*). As expectativas do teste passavam por conseguir manter os utilizadores envolvidos e interessados na aplicação e que estes conseguissem reduzir a sua utilização energética.

5.1.1 Utilizadores

Inscreveram-se na aplicação 40 utilizadores. Na Figura 5.1 apresenta-se a distribuição do número de pessoas pertencentes ao agregado familiar dos utilizadores inscritos. A grande maioria dos utilizadores tinha um agregado familiar com cerca de 3 ou 4 pessoas.

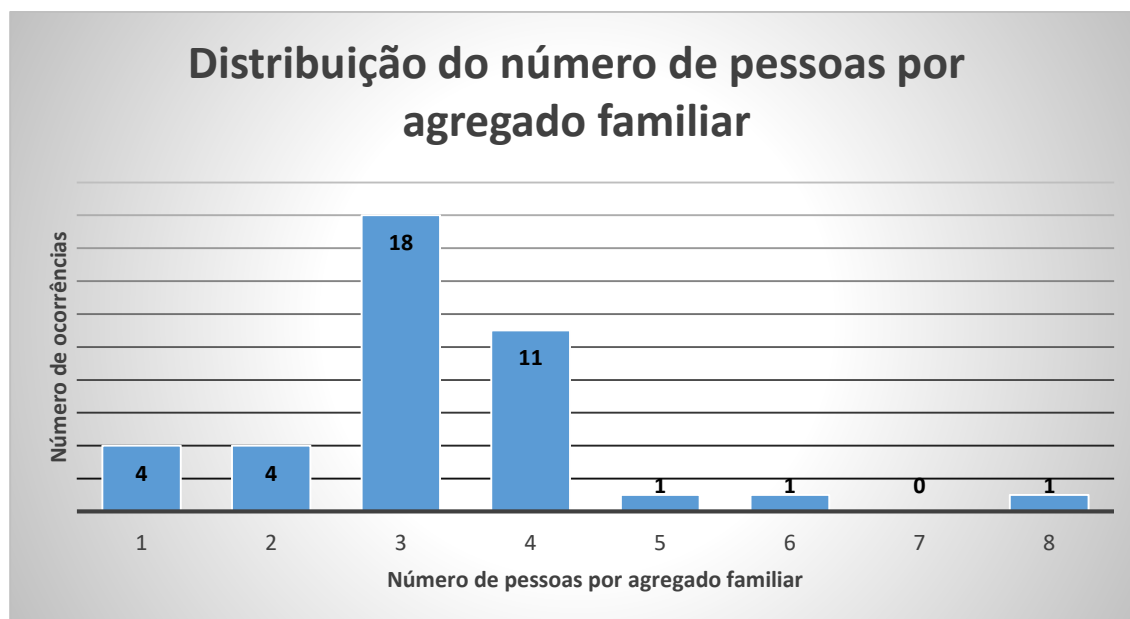


Figura 5.1: Distribuição do número de pessoas por agregado familiar

Em relação à distribuição de utilizadores por zona geográfica, grande parte dos utilizadores residia no distrito de Santarém, como apresenta a Figura 5.2.

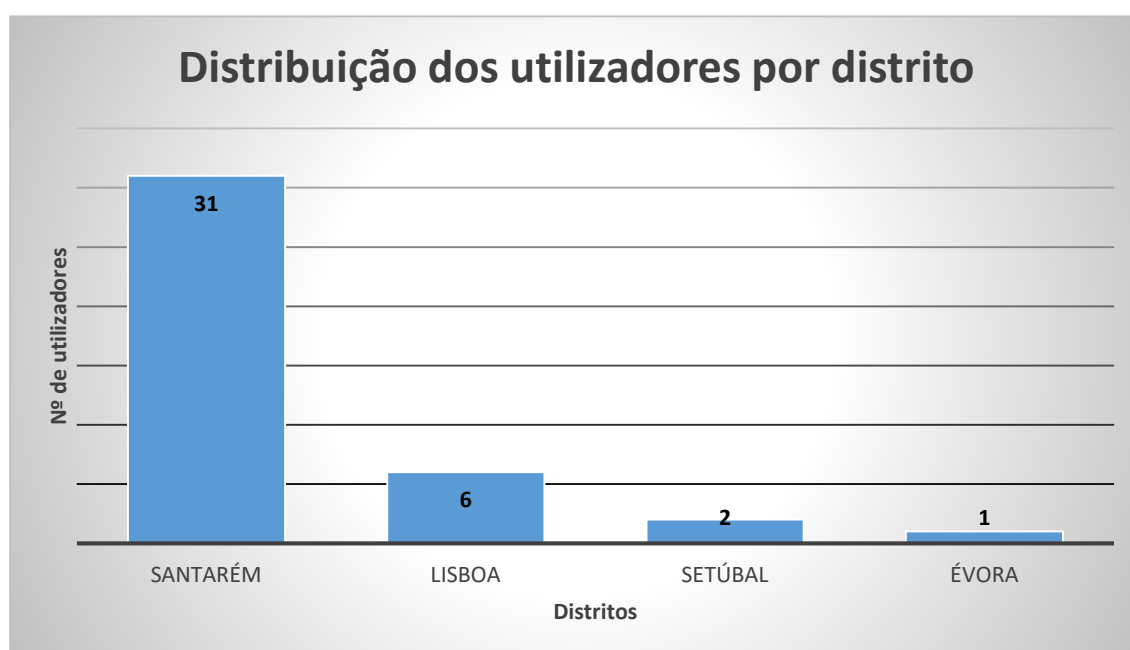


Figura 5.2: Distribuição dos utilizadores por distrito

Em média um utilizador insere um consumo 4 dias após ser possível inserir novo consumo. A Figura 5.3 apresenta a distribuição do número de dias que os utilizadores demoraram a inserir novo consumo. A maior parte dos utilizadores

da aplicação inseriram um novo consumo nos primeiros 3 dias após ser possível inserir novo consumo.

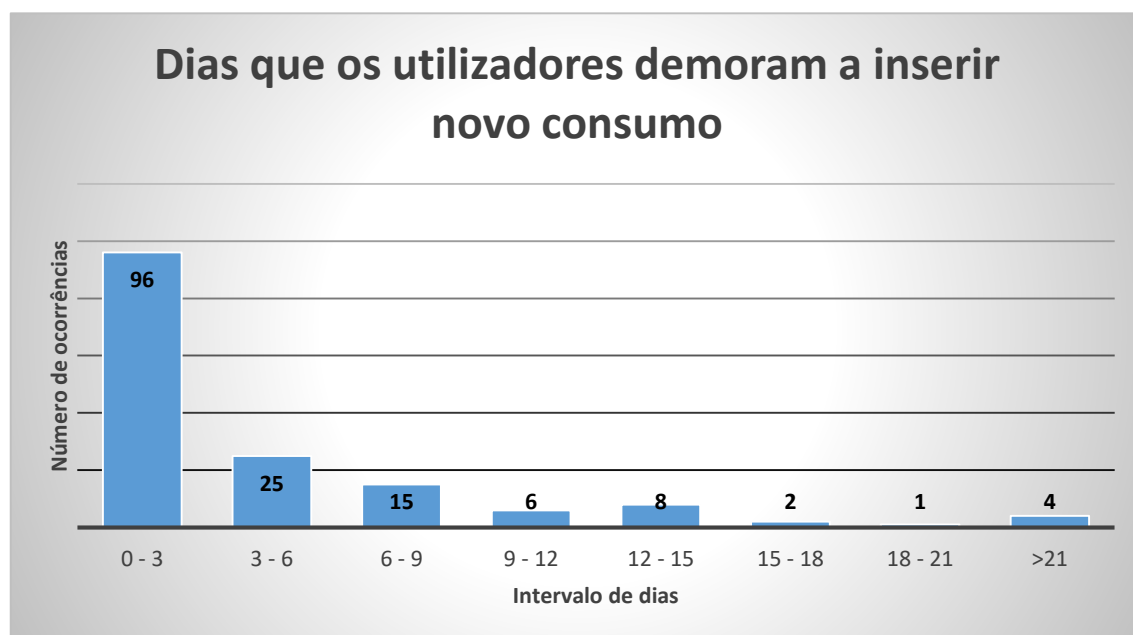


Figura 5.3: Distribuição dos dias que os utilizadores demoraram a inserir novo consumo

Os utilizadores com 5 ou mais consumos demoraram em média 3,7 dias a inserir novo consumo. Foram registados 194 consumos de todos os utilizadores no decorrer do desafio. Registou-se uma média de 6,9 consumos inseridos por utilizador com consumos inseridos. Pode-se observar na tabela 5.1 um resumo dos dados discutidos.

Tabela 5.1: Resumo de valores relevantes sobre a participação dos utilizadores no desafio

Número de utilizadores inscritos	40
Média do número de pessoas por agregado familiar	3
Número de utilizadores com no mínimo 1 média	25
Número de utilizadores com mais de 1 média	23
Média de consumos por utilizadores com consumos registados	6,9
Número de dias em média entre consumos (após ser possível inserir novo consumo)	4

5.1.2 Consumos

Dos 40 utilizadores inscritos, 23 registaram mais que duas médias de consumo semanal, o mínimo necessário para ser possível analisar como se alterou a sua utilização de energia. Deste grupo de 23 utilizadores, 16 conseguiram reduzir o seu consumo semanal globalmente, enquanto que 7 não o conseguiram. Para chegar a estes números, foram analisadas as variações das médias de consumo, em percentagem, e de seguida foi calculada a média destas variações.

Os utilizadores que conseguiram poupar registaram uma média de poupança semanal de 6,77%, ou seja, reduziram em média 6,77% a sua média de consumo em relação à sua última média de consumo registada. Os utilizadores que não conseguiram poupar registaram uma média de poupança semanal de -50,5%, ou seja, aumentaram em média 50,5% a sua média de consumo em relação à sua última média de consumo registada. Como se trata de uma amostra pequena, um utilizador que registou um aumento de 295% da sua média de consumos acabou por influenciar bastante a média final.

Analisando todos os utilizadores em conjunto chegou-se à conclusão que houve um aumento de 3,3% das médias de todos os utilizadores. Porém se tivermos em conta os utilizadores mais ativos (utilizadores que tenham registado 5 ou mais médias) este valor passa a indicar uma poupança de 1,4% das médias de consumo dos utilizadores. A Tabela 5.2 contém um resumo destes dados.

Tabela 5.2: Resumo sobre os resultados alcançados em termos de poupanças

Média da poupança média semanal dos utilizadores	-3.2 %
Média da poupança média semanal dos utilizadores com mais de 5 médias	1,42 %
Número de utilizadores com uma poupança média semanal positiva	16
Número de utilizadores com uma poupança média semanal negativa	7

5.1.3 Pontuações

A Tabela 5.3 apresenta a distribuição dos pontos conforme os desafios existentes no “Home Challenge”. Podemos observar que a grande maioria dos pontos (85,9 %) foram atribuídos através do desafio da poupança semanal. 12,5% dos pontos foram atribuídos através do desafio da Taça e 1,6% dos pontos foram atribuídos através do desafio do Quiz. O utilizador vencedor acabou o desafio com 162 pontos, 100 dos quais atribuídos através da taça por ter ganho uma taça. No final do teste da aplicação 23 utilizadores obtiveram pontos, ou seja, 23 participaram no mínimo em 1 desafio. No Anexo 1: Pontuações dos Utilizadores pode consultar as pontuações atribuídas a cada utilizador.

Tabela 5.3: Distribuição dos pontos pelos desafios

	Poupança Semanal	Taça	Quiz	Total
Pontos	1097	160	20	1277
Percentagem	85,9 %	12,53 %	1,57 %	100 %

5.2 Análise

Ao analisar os dados é possível concluir que uma boa parte dos utilizadores ativos conseguiram reduzir a sua utilização energética. Dos 23 utilizadores que participaram ativamente (mais que uma média de consumo registado ou mais de 2 consumos registados), 16 conseguiram reduzir a sua utilização energética, o que equivale a aproximadamente 70 % desta população. Também se pode concluir que com uma média de aproximadamente 7 consumos registados por utilizador com consumos registados na aplicação foi possível manter o utilizador interessado na aplicação após o período inicial de cálculo da média inicial. Tendo em conta este número de consumos registados por utilizador, e também tendo em conta que o utilizador insere em média um consumo 4 dias após ser possível inserir novo consumo (7 dias de espera obrigatória), então é possível concluir que os utilizadores ativos mantiveram-se ativos durante 77 dias na aplicação (7 consumos * 11 dias entre consumos). Porém o resultado de aproximadamente 1,5 % de poupança para utilizadores ativos não permite retirar conclusões acerca da eficácia da aplicação.

Um dos fatores que pode ter levado a que apenas 23 dos 40 utilizadores inscritos tenham inserido vários consumos na aplicação pode se dever à dificuldade de alguns utilizadores em terem de fazer a leitura do contador de energia da EDP e inserirem o valor na aplicação. Nem todos os utilizadores podem estar dispostos a terem de fazer esta ação semanalmente.

Também se verificou no início do teste que alguns utilizadores inseriram de forma errada os seus consumos na aplicação (consumos inferiores ao seu consumo anterior) sendo que foi adicionado um mecanismo à aplicação que impossibilita a inserção de consumos que tornariam a sua média de consumo negativa.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões

Este trabalho de dissertação desenvolveu uma aplicação online que utilizando os princípios de *Gamification* para tentar sensibilizar os utilizadores sobre a sua utilização energética de forma a estes aumentarem a sua eficiência energética. Recebendo dados do utilizador acerca do seu consumo, a aplicação é capaz de disponibilizar dados sobre a média de consumo diária e a evolução dessa média de consumo ao longo do tempo, permitindo educar o utilizador (dando sugestões a este de como reduzir o seu consumo) e também a realização de desafios com outros utilizadores de forma a motivar o utilizador a reduzir o seu consumo.

Através dos dados apresentados do capítulo 5, é possível concluir que a aplicação foi bem-sucedida no objetivo de manter o utilizador interessado e motivado na participação do desafio, como mostram os dados que indicam que 25 dos 40 utilizadores se mantiveram ativos e 23 dos quais com várias médias de consumo registadas. Porém o aumento de 3,2 % na média de consumo semanal dos utilizadores e a poupança de 1,4 % na média de consumos semanal dos utilizadores mais ativos (mais de 5 consumos registados) mostra que a aplicação não foi bem sucedida na redução geral do consumo dos utilizadores. Ainda assim o registo de 16 dos 23 utilizadores ativos terem finalizado o desafio com uma média de poupança semanal positiva, face aos 7 que acabaram com uma média de poupança semanal negativa é um dado positivo. Um fator que pode ser determinante para não se terem registado maiores reduções dos consumos dos utilizadores é que os utilizadores não têm acesso aos valores de consumo energético de cada aparelho doméstico (televisão, frigorífico, ar-condicionado, etc.), sendo que assim podem não saber quais devem de ter mais atenção e focar

o seu esforço na alteração dos seus hábitos. Também a amostra de utilizadores não foi a ideal, sendo que era preferível terem participado mais utilizadores de forma que a amostra fosse maior.

Comparando com a aplicação descrita no capítulo da Revisão de Literatura, GREENIFY, a aplicação desenvolvida neste trabalho é mais objetiva quando se trata de alterar os hábitos de consumo dos seus utilizadores, visto que estes são pontuados quando reduzem os seus consumos, ao invés das missões utilizadas pela aplicação GREENIFY, nas quais os utilizadores podem completar a missão e depois voltar aos seus hábitos antigos, não sendo penalizados por isto. Também é de notar que as validações dos resultados neste trabalho foram efetuadas por métodos quantitativos, por oposição aos métodos qualitativos usados na validação dos resultados da aplicação GREENIFY (questionários aos utilizadores).

6.2 Trabalhos Futuros

A utilização de contadores inteligentes (*Smart Meters*) irá abrir novas possibilidades no desenvolvimento da aplicação, como por exemplo a possibilidade de se realizarem desafios diários e até horários a somar aos desafios implementados. Os desafios horários poderiam incidir sobre a redução do fator de carga do utilizador. A utilização deste tipo de contadores daria mais informação ao utilizador sobre o seu consumo em tempo real, sendo possível o utilizador identificar os momentos do dia em que tem um maior consumo e assim focar os seus esforços na redução de consumo nestas alturas. Também a utilização de contadores inteligentes iria remover a possibilidade de erro humano, situação que se verificou pontualmente no desafio. Sendo assim seria interessante explorar a utilização de contadores inteligentes na aplicação.

Outra ideia que pode vir a ser explorada é o desenvolvimento de um *front-end* sob a forma de aplicação móvel (Android ou iOS) tornando a participação mais atrativa. Esta seria uma forma de facilitar a interação do utilizador com a aplicação, visto que os utilizadores não estariam restritos a terem de aceder à aplicação através de um browser de um computador e também a utilização de uma aplicação móvel iria abrir novas possibilidades na interação do utilizador

com a aplicação, como, por exemplo, quando necessário inserir um consumo na aplicação a aplicação emitia uma notificação ao utilizador, ao invés da solução de envio de email utilizada na aplicação.

Referências

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Alfrink, K. (2011). New Games for New Cities. In *FutureEverything*. Manchester, UK. Retrieved from <http://goo.gl/6Wfx4>
- Bell, D. R. (2005). Environmental learning, metaphors and natural capital. *Environmental Education Research*, 11(1), 53–69.
- Bista, S. K., Nepal, S., Paris, C., & Colineau, N. (2014). Gamification for Online Communities: A Case Study for Delivering Government Services. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 23(02), 1441002.
- Bjork, S., & Holopainen, J. (2005). *Patterns in Game Design*.
- Bogost, I. (2011). Exploitationware. Retrieved January 11, 2016, from <http://goo.gl/jK1VR>
- Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V, Morsing, M., Jarmer, H., & Sommer, M. O. A. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature Biotechnology*, 32(7), 694–7.
- Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2009). *Challenges for Game Designers*.
- Caillois, R., & Barash, M. (1961). *Man, Play, and Games*. University of Illinois Press.
- Crumlish, C., & Malone, E. (2009). *Designing Social Interfaces: Principles, Patterns, and Practices for Improving the User Experience*. "O'Reilly Media, Inc."
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11*, 9–11.
- Dignan, A. (2011). *Game Frame: Using Games as a Strategy for Success* (1st ed.). New York: Free Press.
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380–392.
- Ferrara, J. (2012). *Playful Design*. New York: Rosenfeld Media.

Referências

- Fullerton, T., Swain, C., & Hoffman, S. (2004). *Game Design Workshop: Designing, Prototyping, & Playtesting Games*. CRC Press.
- Grace, M. V., & Hall, J. (2008). *Projecting Surveillance Entertainment*. San Diego, CA.
- Ha, I., Yoon, Y., & Choi, M. (2007). Determinants of adoption of mobile games under mobile broadband wireless access environment. *Information & Management*, 44(3), 276–286.
- Hamari, J. (2013). Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(4), 236–245.
- Hamari, J. (2015). Why do people buy virtual goods? Attitude toward virtual good purchases versus game enjoyment. *International Journal of Information Management*, 35(3), 299–308.
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2015). Why do people use gamification services? *International Journal of Information Management*, 35(4), 419–431.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, (JANUARY), 3025–3034.
- Heijden, H. van der. (2004). User Acceptance of Hedonic Information System, 28(4), 695–704.
- Hsu, C.-L., & Lu, H.-P. (2004). Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and flow experience. *Information & Management*, 41(7), 853–868.
- Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining gamification: a service marketing perspective. *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference*, 17–22.
- Isbister, K., & Schaffer, N. (2008). *Game Usability: Advancing the Player Experience*. CRC Press.
- Jones, B. A., Madden, G. J., & Wengreen, H. J. (2014). The FIT Game: preliminary evaluation of a gamification approach to increasing fruit and vegetable consumption in school. *Preventive Medicine*, 68, 76–9.
- Juul, J. (2005). *Half-real: Video Games Between Real Rules and Fictional Worlds*.
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2014). Demographic differences in perceived benefits from gamification. *Computers in Human Behavior*, 35, 179–188.
- Laskey, A. (2013). *Alex Laskey: How behavioral science can lower your energy bill*.
- Lee, J. J., Ceyhan, P., Jordan-Cooley, W., & Sung, W. (2013). GREENIFY: A Real-World Action Game for Climate Change Education. *Simulation & Gaming*, 44(2-3), 349–365.

- Lin, C.-P., & Bhattacharjee, A. (2010). Extending technology usage models to interactive hedonic technologies: a theoretical model and empirical test. *Information Systems Journal*, 20(2), 163–181.
- Marczewski, A. (2013). *Gamification: A Simple Introduction*. Andrzej Marczewski.
- McDonald, M., Musson, R., & Smith, R. (2008). Using Productivity Games to Prevent Defects. In *The Practical Guide to Defect Prevention* (pp. 79–95). Microsoft Press.
- McKenzie-Mohr, D. (2008). Fostering Sustainable Behaviour: Beyond Brochures. *International Journal of Sustainability Communication*, 3, 108–118.
- Nisbet, M. C. (2009). Communicating Climate Change: Why Frames Matter for Public Engagement. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 51(2), 12–23.
- Opower. (2016a). Customer Engagement Platform For Utilities. Retrieved from <https://opower.com/>
- Opower. (2016b). Opower's Utility Partners Save 11 Terawatt-Hours of Energy. Retrieved from <https://opower.com/news-and-press/opowers-utility-partners-save-11-terawatt-hours-of-energy/>
- Perry, E. L., & Ballou, D. J. (1997). The role of work, play, and fun in microcomputer software training. *ACM SIGMIS Database*, 28(2), 93–112.
- Porto Editora (2016). Hedonismo. In *Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico*. Retrieved from [http://www.infopedia.pt/\\$hedonismo](http://www.infopedia.pt/$hedonismo)
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*.
- Shin, D. H. (2009). The Evaluation of User Experience of the Virtual World in Relation to Extrinsic and Intrinsic Motivation. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 25(6), 530–553.
- Takahashi, D. (2008). Funware's threat to the traditional video game industry. Retrieved February 12, 2016, from <http://goo.gl/O9lSq>
- Taylor, T. L. (2009). The Assemblage of Play. *Games and Culture*, 4(4), 331–339.
- Terlutter, R., & Capella, M. L. (2013). The Gamification of Advertising: Analysis and Research Directions of In-Game Advertising, Advergaming, and Advertising in Social Network Games. *Journal of Advertising*, 42(2-3), 95–112.
- Venkatesh, V. (1999). Creation of Favorable User Perceptions: Exploring the Role of Intrinsic Motivation. *MIS Quarterly*, 23(2), 239–260.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.

Anexos

Anexo 1: Pontuações dos Utilizadores

ID Utilizador	Pontos	Pontos Taça	Pontos Quis	Pontos poupança semanal
28	162	120	2	40
18	160			160
5	149			149
30	120			120
21	97		2	95
10	89	10	4	75
19	77			77
22	69	20		49
12	57			57
3	55			55
11	54			54
9	40			40
34	40	10	8	22
8	18		1	17
24	17			17
29	15			15
7	14			14
31	13			13
27	10			10
33	10			10
26	6			6
17	3		1	2
39	1		1	0
40	1		1	0
2	0			0
32	0			0
Total	1277	160	20	1097
Percentagem (%)		12,53 %	1,57 %	85,90 %

Anexo 2: Lista de Perguntas do desafio Quiz

Id Pergunta	Pergunta	Resposta	Hipótese Errada 1	Hipótese Errada 2	Hipótese Errada 3
1	A maior parte da energia que usamos veio originalmente de:	Sol	Ar	Solo	Oceano
2	A energia elétrica pode ser produzido a partir de	Todas as anteriores	Energia Mecânica	Energia Química	Energia Radiante
3	Carvão, petróleo, gás natural e propano são combustíveis fósseis . Estes são chamados combustíveis fósseis porque:	Eles foram formados a partir de restos enterrados de plantas e animais minúsculos que viviam à centenas de milhões de anos atrás	Estes são queimados para liberar a energia e causam poluição do ar	Estes são não renováveis e irão acabar	Estes são misturados com fósseis para fornecer energia
4	A gasolina é produzido pela refinação de que combustíveis fósseis?	Petróleo	Gás Natural	Carvão	Gás Propano

5	O aquecimento global concentra-se em um aumento no nível de que gás na atmosfera?	Dióxido de Carbono	Ozono	Dióxido de Enxofre	Óxido Nitroso
6	Energia solar, biomassa , geotérmica, eólica e hidrelétrica são todas fontes renováveis de energia. Estas são chamadas renováveis porque:	Podem ser restabelecidas pela natureza em um curto período de tempo	Porque são limpas	Podem ser convertidas diretamente em calor e eletricidade	Não produzem poluição do ar
7	Que percentagem da energia resultante da queima de carvão chega ao consumidor sob a forma de eletricidade?	33%	50%	75%	90%
8	Numa central nuclear, átomos de urânio:	dividem-se para se obter energia sob a forma de calor	combinam-se para se obter energia sob a forma de calor	são queimados para se obter energia sob a forma de calor	dividem-se e são obtidos eletrões
9	Qual é a fonte de energia fóssil mais utilizada em Portugal?	Carvão	Gás Natural	Fuelóleo	Nuclear (Importada)

10	Qual a fonte de energia mais utilizada em Portugal?	Petróleo	Carvão	Hídrica	Eólica
----	---	----------	--------	---------	--------